

Karta przedmiotu

Nazwa i kod przedmiotu	Praca Dyplomowa Magisterska, PG_00067222						
Kierunek studiów	Inżynieria i technologie nośników energii						
Data rozpoczęcia studiów	luty 2024 r.	Rok akademicki realizacji przedmiotu			2024/2025		
Poziom kształcenia	II stopnia	Grupa zajęć					
Forma studiów	stacjonarne	Sposób realizacji			na uczelni		
Rok studiów	2	Język wykładowy			polski		
Semestr studiów	3	Liczba punktów ECTS			20.0		
Profil kształcenia	praktyczny	Forma zaliczenia			zaliczenie		
Jednostka prowadząca	Wydziały Politechniki Gdańskiej -> Wydział Chemiczny -> Katedra Konwersji i Magazynowania Energii						
Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców)	Odpowiedzialny za przedmiot	dr hab. inż. Monika Wilamowska-Zawłocka					
	Prowadzący zajęcia z przedmiotu						
Formy zajęć	Forma zajęć	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium	RAZEM
	Liczba godzin zajęć	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
	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	0		0.0		0.0	0
Cel przedmiotu	Celem przedmiotu jest samodzielne opracowanie i realizacja projektu badawczego związanego z wybranym zagadnieniem z zakresu inżynierii materiałowej, chemii oraz inżynierii i technologii chemicznej, obejmującego planowanie i prowadzenie badań, interpretację wyników oraz formułowanie wniosków. Student rozwija umiejętności krytycznej analizy, syntezy wiedzy specjalistycznej i wykorzystania nowoczesnych metod badawczych, a także nabywa doświadczenie w zakresie prezentacji i obrony wyników badań.						

Efekty uczenia się przedmiotu	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu
	[K7_U04] potrafi przy formułowaniu i rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich, w tym zadań nietypowych, a także prostych problemów badawczych ocenić przydatność i możliwość wykorzystania nowych osiągnięć (technik i technologii) chemii, fizyki oraz inżynierii i technologii chemicznej.	Student potrafi ocenić przydatność nowoczesnych metod recyklingu bezpośredniego katod NMC, uwzględniając efektywność poszczególnych technik delaminacji oraz metod reinsercji litu. Potrafi dokonać krytycznej analizy możliwości wykorzystania dostępnych technologii w kontekście odzysku i ponownego zastosowania materiałów elektrodowych, a także wskazać ich zalety, ograniczenia i potencjał wdrożeniowy.	[SU4] Assessment of ability to use methods and tools [SU3] Assessment of ability to use knowledge gained from the subject [SU1] Assessment of task fulfilment
	[K7_W01] zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w aparatach do procesów technologicznych oraz urządzeniach pomocniczych, zna i rozumie w pogłębionym stopniu - wybrane procesy i operacje jednostkowe oraz dotyczące ich metody i teorie opisujące złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu chemii, matematyki, fizyki, inżynierii i technologii chemicznej tworzących podstawy teoretyczne, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia oraz wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej dotyczącej wytwarzania i przeróbki nośników energii, zna i rozumie główne trendy rozwojowe w tym zakresie	Student zna i rozumie mechanizmy procesów związanych z obróbką wstępną katod NMC, w tym metody delaminacji i usuwania materiału wiążącego (obróbka termiczna, chemiczna i z użyciem rozpuszczalników organicznych). Posiada pogłębioną wiedzę dotyczącą procesów reinsercji litu do struktury materiału aktywnego (metody hydrotermiczne i w stanie stałym), a także rozumie ich wpływ na właściwości strukturalne, morfologiczne i elektrochemiczne katod. Zna aktualne kierunki rozwoju technologii recyklingu baterii litowo-jonowych oraz ich znaczenie w kontekście gospodarki obiegu zamkniętego i wytwarzania nośników energii.	[SW3] Assessment of knowledge contained in written work and projects [SW1] Assessment of factual knowledge
	[K7_W05] zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w aparaturze i jej elementach wykorzystywanych do wytwarzania i konwersji energii elektrycznej, zna i rozumie w pogłębionym stopniu - wybrane zagadnienia wytwarzania energii ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych oraz ich przesyłu i magazynowania oraz dotyczące ich metody i teorie opisujące złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu fizyki i chemii oraz technologii i inżynierii chemicznej tworzących podstawy teoretyczne, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia oraz wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej dotyczącej ekoenergii, zna i rozumie główne trendy rozwojowe w zakresie zwiększania wydajności energetycznej i energii odnawialnej	Student zna i rozumie procesy zachodzące w aparaturze i systemach stosowanych do konwersji i magazynowania energii w bateriach litowo-jonowych, ze szczególnym uwzględnieniem roli materiałów katodowych. Posiada pogłębioną wiedzę na temat mechanizmów związanych z magazynowaniem energii w katodach NMC oraz metod zwiększania ich efektywności poprzez procesy reinsercji litu. Rozumie znaczenie recyklingu bezpośredniego katod dla rozwoju technologii zrównoważonej energii, a także zna aktualne trendy w zakresie zwiększania wydajności energetycznej i wykorzystania materiałów pochodzących z recyklingu w kontekście gospodarki obiegu zamkniętego.	[SW3] Assessment of knowledge contained in written work and projects [SW1] Assessment of factual knowledge

	<table><tr><th>Efekt kierunkowy</th><th>Efekt z przedmiotu</th><th>Sposób weryfikacji i oceny efektu</th></tr><tr><td>[K7_W07] zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w urządzeniach i systemach pomiarowych do analityki technicznej i kontroli jakości, zna i rozumie w pogłębionym stopniu - wybrane metodyki analityki technicznej, zachodzące zjawiska i stosowane techniki oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu chemii, matematyki i fizyki tworzących podstawy teoretyczne, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia oraz wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej w obszarze kontroli jakości surowców i produktów procesów technologicznych</td><td>Student zna i rozumie procesy zachodzące w urządzeniach i systemach pomiarowych wykorzystywanych do charakteryzacji materiałów katodowych po procesach recyklingu. Posiada pogłębioną wiedzę na temat technik analitycznych stosowanych do oceny jakości i parametrów odzyskanych materiałów (m.in. dyfrakcja rentgenowska, mikroskopia elektronowa, spektroskopia Ramana, spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej czy testy elektrochemiczne). Rozumie zjawiska fizykochemiczne leżące u podstaw stosowanych metod oraz ich znaczenie w kontroli jakości materiałów elektrodowych i ocenie ich przydatności do ponownego zastosowania w bateriach litowo-jonowych.</td><td>[SW3] Assessment of knowledge contained in written work and projects [SW2] Assessment of knowledge contained in presentation [SW1] Assessment of factual knowledge</td></tr><tr><td>[K7_U01] potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski. Potrafi również formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie chemii, fizyki oraz inżynierii i technologii chemicznej.</td><td>Student potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty związane z obróbką katod i reinsercją litu, a także dobrać odpowiednie metody badawcze do oceny właściwości uzyskanych materiałów (charakterystyka strukturalna, morfologiczna i elektrochemiczna). Potrafi interpretować wyniki badań, formułować hipotezy dotyczące mechanizmów zachodzących procesów oraz wyciągać wnioski dotyczące wpływu zastosowanych metod na efektywność recyklingu i parametry użytkowe katod.</td><td>[SU5] Assessment of ability to present the results of task [SU4] Assessment of ability to use methods and tools [SU3] Assessment of ability to use knowledge gained from the subject</td></tr></table>	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu	[K7_W07] zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w urządzeniach i systemach pomiarowych do analityki technicznej i kontroli jakości, zna i rozumie w pogłębionym stopniu - wybrane metodyki analityki technicznej, zachodzące zjawiska i stosowane techniki oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu chemii, matematyki i fizyki tworzących podstawy teoretyczne, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia oraz wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej w obszarze kontroli jakości surowców i produktów procesów technologicznych	Student zna i rozumie procesy zachodzące w urządzeniach i systemach pomiarowych wykorzystywanych do charakteryzacji materiałów katodowych po procesach recyklingu. Posiada pogłębioną wiedzę na temat technik analitycznych stosowanych do oceny jakości i parametrów odzyskanych materiałów (m.in. dyfrakcja rentgenowska, mikroskopia elektronowa, spektroskopia Ramana, spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej czy testy elektrochemiczne). Rozumie zjawiska fizykochemiczne leżące u podstaw stosowanych metod oraz ich znaczenie w kontroli jakości materiałów elektrodowych i ocenie ich przydatności do ponownego zastosowania w bateriach litowo-jonowych.	[SW3] Assessment of knowledge contained in written work and projects [SW2] Assessment of knowledge contained in presentation [SW1] Assessment of factual knowledge	[K7_U01] potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski. Potrafi również formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie chemii, fizyki oraz inżynierii i technologii chemicznej.	Student potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty związane z obróbką katod i reinsercją litu, a także dobrać odpowiednie metody badawcze do oceny właściwości uzyskanych materiałów (charakterystyka strukturalna, morfologiczna i elektrochemiczna). Potrafi interpretować wyniki badań, formułować hipotezy dotyczące mechanizmów zachodzących procesów oraz wyciągać wnioski dotyczące wpływu zastosowanych metod na efektywność recyklingu i parametry użytkowe katod.	[SU5] Assessment of ability to present the results of task [SU4] Assessment of ability to use methods and tools [SU3] Assessment of ability to use knowledge gained from the subject		
	Efekt kierunkowy	Efekt z przedmiotu	Sposób weryfikacji i oceny efektu									
	[K7_W07] zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w urządzeniach i systemach pomiarowych do analityki technicznej i kontroli jakości, zna i rozumie w pogłębionym stopniu - wybrane metodyki analityki technicznej, zachodzące zjawiska i stosowane techniki oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu chemii, matematyki i fizyki tworzących podstawy teoretyczne, uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę obejmującą kluczowe zagadnienia oraz wybrane zagadnienia z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej w obszarze kontroli jakości surowców i produktów procesów technologicznych	Student zna i rozumie procesy zachodzące w urządzeniach i systemach pomiarowych wykorzystywanych do charakteryzacji materiałów katodowych po procesach recyklingu. Posiada pogłębioną wiedzę na temat technik analitycznych stosowanych do oceny jakości i parametrów odzyskanych materiałów (m.in. dyfrakcja rentgenowska, mikroskopia elektronowa, spektroskopia Ramana, spektrometria emisyjna ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej czy testy elektrochemiczne). Rozumie zjawiska fizykochemiczne leżące u podstaw stosowanych metod oraz ich znaczenie w kontroli jakości materiałów elektrodowych i ocenie ich przydatności do ponownego zastosowania w bateriach litowo-jonowych.	[SW3] Assessment of knowledge contained in written work and projects [SW2] Assessment of knowledge contained in presentation [SW1] Assessment of factual knowledge									
[K7_U01] potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski. Potrafi również formułować i testować hipotezy związane z problemami inżynierskimi i prostymi problemami badawczymi w zakresie chemii, fizyki oraz inżynierii i technologii chemicznej.	Student potrafi zaplanować i przeprowadzić eksperymenty związane z obróbką katod i reinsercją litu, a także dobrać odpowiednie metody badawcze do oceny właściwości uzyskanych materiałów (charakterystyka strukturalna, morfologiczna i elektrochemiczna). Potrafi interpretować wyniki badań, formułować hipotezy dotyczące mechanizmów zachodzących procesów oraz wyciągać wnioski dotyczące wpływu zastosowanych metod na efektywność recyklingu i parametry użytkowe katod.	[SU5] Assessment of ability to present the results of task [SU4] Assessment of ability to use methods and tools [SU3] Assessment of ability to use knowledge gained from the subject										
Treści przedmiotu												
Wymagania wstępne i dodatkowe												
Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się	<table><tr><th>Sposób oceniania (składowe)</th><th>Próg zaliczeniowy</th><th>Składowa oceny końcowej</th></tr><tr><td>Opracowanie teoretyczne</td><td>60.0%</td><td>50.0%</td></tr><tr><td>Prace eksperymantalne</td><td>60.0%</td><td>50.0%</td></tr></table>	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej	Opracowanie teoretyczne	60.0%	50.0%	Prace eksperymantalne	60.0%	50.0%		
	Sposób oceniania (składowe)	Próg zaliczeniowy	Składowa oceny końcowej									
	Opracowanie teoretyczne	60.0%	50.0%									
Prace eksperymantalne	60.0%	50.0%										
Zalecana lista lektur	Podstawowa lista lektur	H. Bae et al., Technologies of lithium recycling from waste lithium ion batteries: a review, Mater. Adv., 2 (2021) 3234. L. L. Driscoll et al., Phase-selective recovery and regeneration of end-of-life electric vehicle blended cathodes via selective leaching and direct recycling, Joule, 8 (2024) 2735. G. Jiang et al., Acetone as an agent for PVDF recovery and delamination of lithium-ion battery electrodes, Resources, Conservation & Recycling 209 (2024) 107778. L. E. Sita et al., Direct Recycling of LixNi0.5Mn0.3Co0.2O2 from Production Scrap and End-Of-Life Batteries, Using Solid-State Relithiation, Batteries & Supercaps 2024, e202400536 (1 of 14)										
	Uzupełniająca lista lektur	J. P. Pender et al., Electrode Degradation in Lithium-Ion Batteries, ACS Nano 2020, 14, 12431295 P. Zhu et al., Direct reuse of aluminium and copper current collectors from spent lithium-ion batteries, Green Chem., 2023, 25, 3503. A. Zorin et al., Acid-Assisted Separation of Cathodic Material from Spent Electric Vehicle Batteries for Recycling, Metals 2023, 13, 1276.										
	Adresy eZasobów											

Przykładowe zagadnienia/ przykładowe pytania/ realizowane zadania	1) Obróbka wstępna katod NMC - Jakie są zalety i ograniczenia różnych metod delaminacji (obróbka termiczna, rozpuszczalniki organiczne t.j. NMP czy aceton)? - W jaki sposób parametry procesu wpływają na skuteczność usunięcia spoiwa i odzysku materiału aktywnego? 2) Procesy reinsertacji litu - Na czym polega mechanizm hydrotermicznej reinsertacji litu i jakie są jej ograniczenia? - Jak przebiega reakcja w stanie stałym w kontekście odtwarzania struktury katody? - Czy połączenie metod hydrotermicznej i stało-fazowej poprawia właściwości materiałów? 3) Charakterystyka materiałów po recyklingu - Jakie metody analityczne stosuje się do badania właściwości strukturalnych i morfologicznych katod (XRD, SEM, metody spektroskopowe)? - Jak ocenić wpływ procesu recyklingu na właściwości elektrochemiczne odzyskanych materiałów? 4) Znaczenie recyklingu bezpośredniego - Jakie są różnice pomiędzy recyklingiem bezpośrednim a metodami hydrometalurgicznymi i pirometalurgicznymi? - W jaki sposób recykling bezpośredni może przyczynić się do rozwoju gospodarki obiegu zamkniętego? - Jakie są główne wyzwania związane z przemysłowym wdrożeniem tego typu procesów? 5) Umiejętności praktyczne i badawcze - Zaprojektowanie eksperymentu badającego wpływ parametrów procesu na właściwości materiału katodowego. - Analiza porównawcza wyników uzyskanych dla różnych metod delaminacji i reinsertacji. - Formułowanie hipotez badawczych i ich weryfikacja na podstawie wyników pomiarów. - Przygotowanie i obrona prezentacji wyników badań w formie pisemnej i ustnej.
Zajęcia praktyczne w ramach przedmiotu	Nie dotyczy

Dokument wygenerowany elektronicznie. Nie wymaga pieczęci ani podpisu.