

| | |
|---|--|
| Nazwa wydziału | Wydział Chemiczny |
| Nazwa kierunku | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Poziom studiów | drugiego stopnia |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Forma studiów | stacjonarne |
| Język prowadzenia studiów | angielski |
| Dyscypliny naukowe, do których przypisany jest kierunek (udział procentowy) (w przypadku przyporządkowania kierunku studiów do więcej niż 1 dyscypliny, wskazuje się dyscyplinę wiodącą, w ramach której będzie uzyskiwana ponad połowa efektów uczenia się) | Dziedzina nauk ścisłych i przyrodniczych - dyscypliny: nauki chemiczne - 100,00% |
| W przypadku zawodu, o którym mowa w art. 68 Ustawy, standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia (opis standardów kształcenia (w przypadku zawodów uwzględniających standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia ePW) | Nie dotyczy |
| Liczba semestrów studiów | 4 |
| Tytuł zawodowy nadawany absolwentom | magister |
| Kierunkowe efekty uczenia się | patrz tabela z efektami uczenia się |
| Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia (należy uwzględnić również praktyki zawodowe, jeśli praktyka jest przewidziana) | <p>W sylabusach przedmiotów są szczegółowo określone metody kształcenia i sposoby weryfikacji efektów uczenia się. W procesie weryfikacji i oceny efektów uczenia się podczas wykładów, ćwiczeń, seminariów, laboratoriów są wykorzystywane następujące sposoby:</p> <ul style="list-style-type: none"> • egzaminy pisemne • kolokwia pisemne • ocena aktywności studenta podczas zajęć • zaliczenia pisemne • sprawdziany pisemne/testy pisemne • ocena prac pisemnych • ocena raportu • ocena eseju pisemnego <p>Podczas weryfikacji i oceny efektów uczenia się związanych z pracą dyplomową są wykorzystywane sposoby polegające na ocenie pracy dyplomowej oraz egzaminie dyplomowym.</p> |
| Łączna liczba godzin zajęć | 1275 |

| | |
|--|-------------|
| Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów (wraz z obowiązkowymi praktykami) | 120 |
| Procentowy udział liczby punktów ECTS w liczbie punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów ze wskazaniem dyscypliny wiodącej | nie dotyczy |
| Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia | 60 |
| Liczba punktów ECTS jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych, w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych | 8 |
| Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego na studiach prowadzonych w formie stacjonarnej | 0 |
| Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta (w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie) | 42 (35%) |
| Dla studiów o profilu praktycznym: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach przedmiotów/zajęć kształtujących umiejętności praktyczne (w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie) | nie dotyczy |

| | |
|--|-------------|
| Dla studiów o profilu ogólnoakademickim: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć związanych z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym poziomie), z uwzględnieniem udziału studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udziału w tej działalności | 108 (90%) |
| Liczba punktów ECTS, jaka może być uzyskana w ramach kształcenia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość: (liczba punktów ECTS nie może być większa niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów - w przypadku studiów o profilu praktycznym albo 75% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów - w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim). | 20 (17%) |
| Łączna liczba godzin z matematyki | 30 |
| Łączna liczba punktów ECTS z matematyki | 4 |
| Łączna liczba godzin z fizyki | 30 |
| Łączna liczba punktów ECTS z fizyki | 4 |
| Łączna liczba godzin z języków obcych | nie dotyczy |
| Łączna liczba punktów ECTS z języków obcych | nie dotyczy |
| Liczba punktów ECTS za pracę dyplomową | 30 |
| WYMIAR, ZASADY, FORMA PRAKTYK ZAWODOWYCH | nie dotyczy |

| | |
|------------------------------|--|
| Opis przedmiotów obieralnych | Na 3 semestrze student wybiera przedmioty obieralne za 12 punktów ECTS w wymiarze 120h. W dokumencie zostały załączone sylabusy przykładowych przedmiotów obieralnych. |
|------------------------------|--|

EFEKTY UCZENIA SIĘ

(opis zakładanych efektów uczenia się dla kierunków w odniesieniu do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji)

Jednostka: Wydział Chemiczny
 Nazwa kierunku studiów: Materials for Energy Storage and Conversion
 Poziom kształcenia: drugiego stopnia
 Profil kształcenia: Ogólnoakademicki

| Kod efektu | Opis efektu | Odniesienie do uniwersalnych charakterystyk PRK | Odniesienie do charakterystyk II stopnia PRK |
|---------------|--|---|--|
| Wiedza | | | |
| MESC_W01 | Posiada rozszerzoną wiedzę z matematyki i fizyki w zakresie pozwalającym na wykorzystanie pojęć matematycznych i fizycznych do opisu procesów chemicznych i wykonywania zaawansowanych obliczeń./Has extended knowledge of mathematics and physics to the extent that allows the use of mathematical and physical concepts to describe chemical processes and perform advanced calculations. | P7U_W | I_P7S_WG_O |
| MESC_W02 | Posiada rozszerzoną wiedzę z działów chemii obejmującą nieorganiczną chemię strukturalną, fizykochemię ciała stałego, elektrochemię./Has extended knowledge of chemistry, including inorganic structural chemistry, solid state physicochemistry, and electrochemistry. | P7U_W | I_P7S_WG_O |
| MESC_W03 | Posiada rozszerzoną wiedzę dotyczącą budowy oraz fizykochemii powierzchni ciał stałych./Has extended knowledge of the structure and physicochemistry of the surfaces of solids. | P7U_W | III_P7S_WG,I_P7S_WG_O |
| MESC_W04 | Posiada poszerzoną wiedzę dotyczącą chemii materiałów, nanomateriałów i nanotechnologii./Has advanced knowledge of materials chemistry, nanomaterials and nanotechnology. | P7U_W | III_P7S_WG,I_P7S_WG_O |
| MESC_W05 | Posiada poszerzoną wiedzę z wybranych zagadnień dotyczących, termodynamiki i kinetyki procesów w obszarze materiałów stosowanych w technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii./Has extended knowledge of selected topics involving thermodynamics and kinetics of processes in the area of materials used in the technology of electrochemical energy sources and storage. | P7U_W | III_P7S_WG,I_P7S_WG_O |
| MESC_W06 | Zna zasady ochrony środowiska naturalnego oraz zasady gospodarki odpadami związanymi z technologią elektrochemicznych źródeł i magazynów energii./Knows the principles of environmental protection and the principles of waste management related to the technology of electrochemical energy sources and storage facilities. | P7U_W | III_P7S_WG,I_P7S_WG_O |
| MESC_W07 | Posiada poszerzoną wiedzę z zakresu metod i technik wykorzystywanych w charakteryzacji materiałów elektrodowych i elektrolitów./Has advanced knowledge of methods and techniques used in the characterization of electrode materials and electrolytes. | P7U_W | III_P7S_WG,I_P7S_WG_O |

| | | | |
|---------------------|--|-------|------------------------|
| MESC_W08 | Posiada wiedzę dotyczącą właściwości i sposobów przetwarzania materiałów stosowanych w praktyce przemysłowej w technologii elektrochemicznych źródeł prądu./Has knowledge of the properties and methods of processing materials used in industrial practice in the technology of electrochemical power sources. | P7U_W | III_P7S_WG,I_P7S_WG_O |
| MESC_W09 | Zna zaawansowane metody identyfikacji i charakteryzowania związków chemicznych, materiałów funkcjonalnych i nanomateriałów wykorzystywanych w technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii./ Knows advanced methods of identifying and characterizing chemical compounds, functional materials and nanomaterials used in the technology of electrochemical energy sources and storage. | P7U_W | III_P7S_WG,I_P7S_WG_O |
| MESC_W10 | Posiada zaawansowaną wiedzę informatyczną pozwalającą na efektywne wykorzystanie technik komputerowych i pakietów oprogramowania w praktyce technologicznej./The student has advanced knowledge enabling the effective use of computer techniques and software packages in technological practice. | P7U_W | III_P7S_WG,I_P7S_WG_O |
| MESC_W11 | Posiada wiedzę dotyczącą transferu technologii chemicznych i komercjalizacji wyników badań, w tym zagadnień ochrony własności intelektualnej i prawa patentowego oraz ich znaczenia w rozwoju przedsiębiorczości./Has knowledge of the transfer of chemical technologies and commercialization of research results, including issues of intellectual property protection and patent law and their importance in the development of entrepreneurship. | P7U_W | III_P7S_WK,I_P7S_WK |
| MESC_W12 | Zna aktualne kierunki rozwoju technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii./ Knows the current trends in the development of electrochemical energy sources and storage technologies. | P7U_W | I_P7S_WK |
| Umiejętności | | | |
| MESC_U01 | Potrafi sprawnie pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi samodzielnie interpretować uzyskane informacje, oceniać ich rzetelność i wyciągać wnioski, formułować i uzasadniać opinie./Can efficiently obtain information from literature, databases and other sources; can independently interpret the information obtained, assess its reliability and draw conclusions, formulate and justify opinions. | P7U_U | III_P7S_UW_O,I_P7S_UK, |
| MESC_U02 | Porozumiewa się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym./Communicates using various techniques in a professional environment. | P7U_U | I_P7S_UK |
| MESC_U03 | Posługuje się poprawnie chemiczną terminologią i nomenklaturą związków chemicznych w obszarze technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii./Correctly uses chemical terminology and nomenclature of chemical compounds in the field of electrochemical power sources and energy storage technologies. | P7U_U | I_P7S_UK |
| MESC_U04 | Zna wybrany język obcy na poziomie biegłości C1, a ponadto umie posługiwać się językiem specjalistycznym w stopniu niezbędnym do korzystania specjalistycznej literatury w zakresie chemii i technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii./Knows a selected foreign language at the C1 level and can also use a specialized language to the extent necessary to use specialized literature in the field of chemistry and technology of electrochemical energy sources and storage facilities. | P7U_U | I_P7S_UK |

| | | | |
|----------|---|-------|-----------------------|
| MESC_U05 | Potrafi samodzielnie przygotować pisemne opracowanie naukowe oraz prezentację ustną w języku angielskim przedstawiające cel pracy, przyjętą metodologię i wyniki badań własnych oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań./Is able to independently prepare a written scientific study and an oral presentation in English presenting the purpose of the work, the adopted methodology and results of own research and their significance in the context of other research conducted in the discussed field. | P7U_U | I_P7S_UK |
| MESC_U06 | Potrafi posługiwać się zaawansowanymi technikami informacyjno-komunikacyjnymi, w tym programami komputerowymi wspomagającymi realizację zadań w zakresie technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii./Is able to use advanced information and communication techniques, including computer programs supporting the implementation of tasks in the field of electrochemical energy sources and storage technologies. | P7U_U | III_P7S_UW_O,I_P7S_UW |
| MESC_U07 | Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski./Is able to plan and conduct experiments, including measurements and computer simulations, interpret the obtained results and draw conclusions. | P7U_U | III_P7S_UW_O,I_P7S_UW |
| MESC_U08 | Potrafi wykorzystać metody obliczeniowe, eksperymentalne, analityczne i statystyczne do formułowania i rozwiązywania problemów w zakresie materiałów stosowanych w technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii./Is able to use computational, experimental, analytical and statistical methods to formulate and solve problems in the field of materials used in the technology of electrochemical energy sources and storage. | P7U_U | III_P7S_UW_O,I_P7S_UW |
| MESC_U09 | Potrafi w oparciu o wiedzę ogólną wyjaśnić podstawowe zjawiska związane z istotnymi procesami w technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii./Is able to explain, based on general knowledge, basic phenomena related to important processes in the technology of electrochemical energy sources and storage facilities. | P7U_U | III_P7S_UW_O,I_P7S_UW |
| MESC_U10 | Potrafi dostrzegać aspekty społeczne, ekonomiczne i prawne opracowywanych problemów technologicznych./Is able to perceive social, economic and legal aspects of technological problems being developed. | P7U_U | III_P7S_UW_O,I_P7S_UW |
| MESC_U11 | Zna zasady BHP i stosuje regulacje prawne związane z technologiami elektrochemicznych źródeł i magazynów energii umożliwiające odpowiedzialne stosowanie nabytej wiedzy w pracy zawodowej./Knows occupational health and safety rules and applies legal regulations related to technologies of electrochemical energy sources and storage, enabling responsible use of acquired knowledge in professional work. | P7U_U | III_P7S_UW_O,I_P7S_UW |
| MESC_U12 | Potrafi sformułować specyfikację prostych procesów technologicznych w odniesieniu do surowców, operacji jednostkowych i aparatury stosowanej w technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii./Is able to formulate the specification of simple technological processes in relation to raw materials, unit operations and equipment used in the technology of electrochemical energy sources and storage facilities. | P7U_U | III_P7S_UW_O,I_P7S_UW |

| | | | |
|------------------------------|---|-------|-------------------|
| MESC_U13 | Potrafi samodzielnie planować, wyznaczać cele i podnosić swoje kompetencje zawodowe i osobiste; ma umiejętności pozwalające na prowadzenie efektywnego procesu samokształcenia./Can independently plan, set goals and improve professional and personal competences; has the skills to conduct an effective self-education process. | P7U_U | I_P7S_UO,I_P7S_UU |
| MESC_U14 | Potrafi pracować w zespole, pełnić w nim różne funkcje (w tym kierownicze), do którego potrafi wnieść samodzielne i przedsiębiorcze myślenie./Is able to work in a team, perform various functions in it (including management), to which he is able to bring independent and entrepreneurial thinking. | P7U_U | I_P7S_UO |
| Kompetencje społeczne | | | |
| MESC_K01 | Uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych./Recognizes the importance of knowledge in solving cognitive and practical problems. | P7U_K | I_P7S_KK |
| MESC_K02 | Jest gotów do samodzielnej pracy mając świadomość konieczności stałego pogłębiania i aktualizowania wiedzy./Is ready to work independently, being aware of the need to constantly deepen and update knowledge. | P7U_K | I_P7S_KK |
| MESC_K03 | Jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich./Is ready to comply with the principles of professional ethics and respect the law, including copyright. | P7U_K | I_P7S_KR |
| MESC_K04 | Jest gotów do myślenia i działania w sposób kreatywny i przedsiębiorczy./Is ready to think and act in a creative and entrepreneurial way. | P7U_K | I_P7S_KO |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU1 |
| Nazwa przedmiotu | Electrochemistry |
| Wersja przedmiotu | 2024Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Wydział Chemiczny |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S1-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 4 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Przedmiot ma za zadanie przekazanie podstawowej wiedzy o reakcjach elektrochemicznych, ze zrozumieniem mechanizmów, zasad termodynamicznych i kinetycznych. Na tej podstawie zostaną przedstawione główne techniki pomiarowe niezbędne w dalszych pracach badawczych studentów. Uzupełnieniem treści jest przegląd najważniejszych elektrochemicznych procesów technologicznych. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 30.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 4 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

Część I

| | |
|--------|---|
| Wykład | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mechanism of oxidation-reduction reaction in atomic/molecular scale. Concept of oxidation state, exchange of charge, accompanying structural and phase changes. 2. Thermodynamics of redox reactions – red-ox potentials, Nernstian equation, direction of spontaneous and forced redox processes. 3. Electrode reaction – characterisation of reaction site, kinetics of multi-stage processes, characterisation of stages. 4. Kinetic law for electrode processes, Butler-Volmer general dependence, current density-potential characteristics of electrode processes. 5. Main measurement methods in electrochemistry, setting up electrochemical experiments – electrodes, electrolytes, electrolytic cells. 6. Electroanalytical methods – computational approach (simplified), overview of methods. More detailed approach to voltammetric techniques, designing experiments and analysing data. 7. Technical electrochemistry – overview of industrial processes, presentation of most important technologies (electrorefining, chlor-alkali processes, corrosion protection). Galvanic cells are left on purpose for further Teaching Units within 2nd semester. |
|--------|---|

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

| | |
|---|---|
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada zaawansowane wiedzę dot. zjawisk elektrochemicznych. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W01 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada wiedzę i umiejętności do wybrania i stosowania elektrochemicznych metod badawczych. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W07 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne |

Umiejętności

| | |
|---|--|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi wybrać, zastosować w badaniach i zanalizować wyniki pomiarów elektrochemicznych. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U07 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów naukowych i planowaniu badań. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K01 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU2 |
| Nazwa przedmiotu | Solid State Chemistry |
| Wersja przedmiotu | 2024Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Wydział Chemiczny |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S1-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 6 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | W pierwszej części studenci utrwalają i ujednolicają wiedzę z chemii. Dla części z nich jest to tylko aktualizacja i przypomnienie, dla innych jest to zdobycie wiedzy z chemii niezbędnej na całym kursie. W drugiej części studenci zdobywają wiedzę niezbędną do zrozumienia właściwości i sposobów funkcjonowania najważniejszych rodzajów materiałów stałych. Obejmuje to, powiedzmy, chemiczne podejście do poruszanych problemów i opiera się na podstawowych koncepcjach chemii ciała stałego. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 60.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 6 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

Część I

| | |
|--------|--|
| Wykład | <p>Part I: Introduction to chemistry of materials, electronic structure of atoms.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bonding in chemical compounds. Coordination compounds (typical ligands, typical complexes). Structure, isomerism and stability of coordination compounds. Molecular orbital theory of transition metal complexes. Crystal field theory of transition metal complexes. Electronic spectra of transition metal complexes. Thermodynamic and related aspects of ligand fields Chemical reactions, the concept of chemical equilibrium. <p>Part II</p> <ul style="list-style-type: none"> Introduction to crystal structures Bonding in Solids and Electronic Properties Mechanisms and kinetics of solid-state reactions Sintering Non-stoichiometric materials Diffusion in solid state Physical Methods for Characterizing Solids Physical properties and applications of various solid materials in energy storage and conversion fields: Semiconductors (ceramic materials for solar cells, photocatalytic splitting of water, transparent electrodes, thermoelectrics, varistors and gas sensors) Solid ionic conductors (intrinsic and extrinsic ionic conductors, superionic conductors) Dielectric materials (insulators, ferroelectrics, capacitors, piezo- and pyroelectrics) Superconductors (characteristics and applications) |
|--------|--|

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|---|--|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada rozszerzoną wiedzę na temat mechanizmów reakcji chemicznych zachodzących w fazie stałej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W02 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada zaawansowaną wiedzę dotyczącą budowy oraz fizykochemii i ciał stałych i wynikających z budowy właściwości fizykochemicznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W03, MESC_W04 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne |
| Umiejętności | |
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi sprawnie pozyskiwać informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi samodzielnie wyjaśnić i interpretować zjawiska zachodzące w fazach stałych oraz powiązać właściwości materiału z jego składem chemicznym i strukturą. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U01, MESC_U09 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne |
| Kompetencje społeczne | |
| Kod efektu | KS01 |

Część I

| | |
|---|--|
| Opis | Uznaje znaczenie wiedzy podstawowej w rozwiązywaniu problemów technologicznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K01 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU3 |
| Nazwa przedmiotu | Physics for Materials Engineering |
| Wersja przedmiotu | 2024Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Wydział Chemiczny |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S1-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 4 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | Kurs ma na celu dostarczenie podstawowej wiedzy i podstawowych pojęć z zakresu fizyki ciała stałego, takich jak struktura pasmowa metali i półprzewodników oraz jej konsekwencje dla transportu elektrycznego i oddziaływania z promieniowaniem elektromagnetycznym oraz <ul style="list-style-type: none">doskonalenie umiejętności wykorzystania dostępnych informacji o materiałach do szacowania i przewidywania ich właściwości elektrycznych i optycznychzrozumienie działania nowoczesnych optoelektronicznych urządzeń elektronicznych, takich jak ogniwa słoneczne, fotodetektory, diody elektroluminescencyjne, w tym urządzeń opartych na strukturach niskowymiarowych. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 30.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 4 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|--------|---|
| Wykład | <ol style="list-style-type: none">Crystal structure, k-vector in an ideal crystal, Bloch theorem, Brillouin zoneElectronic structure of semiconductors, holes and electrons, effective mass, examplesElectrical properties of solids, conductivity, dopingOptical properties of solids: absorption, reflection, emissionNon-equilibrium phenomena: generation, recombination, diffusionPn junctions, heterojunctions, metal-semiconductor contactsApplications: transistors, photodetectors, solar cells, LEDs and semiconductor lasers. Low dimensional structures, superlattice, applications |
|--------|---|

Część I**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza

| | |
|---|---|
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada zaawansowaną wiedzę dot. struktury ciała stałego i zjawisk elektrycznych i elektromagnetycznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W01 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada wiedzę dotyczącą zasad fizycznych działania źródeł i magazynów energii |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W08 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny |

Umiejętności

| | |
|---|--|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi zanalizować i wyjaśnić zasady działania urządzeń do magazynowania i konwersji energii, stosując prawa fizyki i opis zjawisk fizycznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U09 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|--|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów naukowych i planowaniu badań |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K01 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU4 |
| Nazwa przedmiotu | Ionics in Electrochemistry |
| Wersja przedmiotu | 2024Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Wydział Chemiczny |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S1-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 4 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Zapoznanie studentów z teorią przewodnictwa jonowego w elektrolitach ciekłych i stałych, w szczególności z zależnością przewodnictwa od stężenia soli, temperatury, rodzaju rozpuszczalnika. Wyjaśnione zostanie wyznaczanie liczby przenoszenia, asocjacji jonowej i jej wpływu na przewodnictwo. Studenci będą również pracować nad praktycznymi zagadnieniami dotyczącymi formułacji elektrolitów, w tym projektowania i stosowania dodatków międzyfazowych elektrolit-elektroda. Szczególny nacisk zostanie położony na elektrolity litowe przewodzące z przykładami innych typów elektrolitów: sodu, kationów wielowartościowych, protonów. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 30.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 4 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|--------|---|
| Wykład | <ol style="list-style-type: none"> 1. Electrolyte conduction theory - conductivity versus salt concentration, temperature - determination of transference numbers - determination of ionic associates 2. Rules in electrolytes formulation - designing new salts and additives - coupling electrolyte components with voltage window defined by electrode materials - designing components forming Solid Electrolyte Interface 3. Examples of ionic conduction - liquid electrolytes - gel electrolytes - solid electrolytes - polymeric electrolytes 4. Methodology of physical- chemical characterization of electrolytes 5. Examples of application of different type electrolytes in batteries, fuel cells, supercapacitors. |
|--------|---|

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I

| | |
|---|---|
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada rozszerzoną wiedzę na temat właściwości i wykorzystania elektrolitów w procesach elektrochemicznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W05 |
| Metody weryfikacji | esej:ocena eseju kolokwium_pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada wiedzę o badaniu i projektowaniu nowych elektrolitów |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W07 |
| Metody weryfikacji | esej:ocena eseju kolokwium_pisemne |

Umiejętności

| | |
|---|--|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi wybrać, zastosować w badaniach i zanalizować wyniki pomiarów elektrochemicznych materiałów składających się na kompozytowe elektrolity |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08 |
| Metody weryfikacji | esej:ocena eseju kolokwium_pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów naukowych i planowaniu badań |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K01 |
| Metody weryfikacji | esej:ocena eseju kolokwium_pisemne |
| Kod efektu | KS02 |
| Opis | Potrafi krytycznie analizować i dostosowywać treści naukowe do zadań projektowych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K02 |
| Metody weryfikacji | esej:ocena eseju kolokwium_pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|--|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU5 |
| Nazwa przedmiotu | Calculations in Chemistry and Chemical Engineering |
| Wersja przedmiotu | 2024Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Wydział Chemiczny |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S1-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 4 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | W ramach zajęć omówione zostaną najważniejsze dla chemików metody matematyczne oraz zilustrowane zostanie ich wykorzystanie do rozwiązywania problemów w chemii. Po ukończeniu kursu studenci będą w stanie rozwiązywać problemy matematyczne związane z chemią przy użyciu technik tradycyjnych i obliczeniowych (wspomaganych komputerowo). |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Ćwiczenia | 30.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 4 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|-----------|--|
| Ćwiczenia | <ol style="list-style-type: none">1. Chemical equations, calculus for synthesis, yield2. Equilibria - constants for different types of reactions,3. Redox balance, electrolysis, EMF,4. Reaction rates, activation energy Arrhenius dependence5. Basic thermodynamics, heat effects of reactions |
|-----------|--|

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|---|--|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada wiedzę pozwalającą opisywać ilościowo zjawiska fizyczne i chemiczne |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W01 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada wiedzę z obszaru termodynamiki i kinetyki wystarczająca do formułowania problemów obliczeniowych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W05 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne |

Część I

Umiejętności

| | |
|---|---|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi definiować problemy obliczeniowe w obszarze urządzeń do magazynowania energii i przeprowadzać ich rozwiązanie |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Umie korzystać ze źródeł danych fizykochemicznych i interpretować ich przydatność |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K01 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU6 |
| Nazwa przedmiotu | English and Scientific Publication Writing |
| Wersja przedmiotu | 2024Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Wydział Chemiczny |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S1-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 2 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Opanowanie poprawnej prezentacji wyników badań, przeglądu danych dla wybranego tematu, analizy i planowania projektów badawczych. Wzbogacenie słownictwa naukowego i technicznego oraz specyficznej składni. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Ćwiczenia | 30.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 2 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|-----------|--|
| Ćwiczenia | The lecturer presents selected scientific texts concerning: i) chemical synthesis; ii) spectroscopic, electrochemical and structural characterization; iii) device fabrication. Then he presents in detail a set of new scientific data which constitute the basis for writing a paper. In the next step students are divided into groups of four (or five) and write a common scientific paper under the supervision of the lecturer. After completing the paper, they write a cover letter. During each meeting the lecturer discusses with members of each group all linguistic and scientific errors found in each particular part of the text i.e. Abstract; Introduction, Experimental, Results and Discussion; Conclusions; Letter to Editor. By summation of partial grades the final grade is obtained. Since students work in groups, the same grade has to be attributed to each member of a given group. |
|-----------|--|

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|---|---|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada wiedzę z zakresu chemii, fizyki i technologii w stopniu wystraczającym do analizowania publikacji naukowych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W02 |

Część I

| | |
|--------------------|---|
| Metody weryfikacji | prezentacja:Praca pisemna – artykuł naukowy na wybrany temat, ocena prezentacji |
|--------------------|---|

Umiejętności

| | |
|---|---|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi analizować opracowania naukowe w jęz. angielskim |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U05 |
| Metody weryfikacji | prezentacja:Praca pisemna – artykuł naukowy na wybrany temat, ocena prezentacji |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Potrafi opracować pisemnie materiał – wyniki doświadczeń a przegląd literatury |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U04 |
| Metody weryfikacji | prezentacja:Praca pisemna – artykuł naukowy na wybrany temat, ocena prezentacji |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Potrafi krytycznie analizować dostępne treści, współpracować z partnerami przy opisie projektu badawczego |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K02 |
| Metody weryfikacji | prezentacja:Praca pisemna – artykuł naukowy na wybrany temat, ocena prezentacji |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU7 |
| Nazwa przedmiotu | Laboratory Practice |
| Wersja przedmiotu | 2024Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Wydział Chemiczny |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S1-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 6 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | Kurs oferuje opanowanie podstawowych umiejętności w zakresie analizy chemicznej, syntezy i wykonywania pomiarów dla różnych metod fizyko-chemicznych. Tematy zajęć laboratoryjnych są ukierunkowane na przyszłe prace badawcze w dziedzinie ogniw, baterii, elektrolitów i materiałów elektrodowych. Studenci zapoznają się z różnymi technikami pomiarowymi, opanowują etapy eksperymentów: konfigurację, montaż, wykonanie z monitorowaniem wyników w czasie rzeczywistym, rozwiązywanie problemów, raportowanie wyników i wyciąganie wniosków. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Laboratorium | 90.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 6 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

Część I

| | |
|--------------|---|
| Laboratorium | <ol style="list-style-type: none"> 1. Part I – Physic-chemical techniques used for characterisation of typical materials for energy storage and conversion : structural studies of polymers, solid state phase. 2. Part II – Electrochemical measurement techniques – electroanalytical methods, electrochemical impedance spectroscopy, used to characterise performance and activity of electrolytes, electrode materials and assembled cells. 3. Part III – Mini-research units – complex lab tasks, compilation of previously acquired skills and techniques. The goal is to perform short studies on a given group of electrolytes or electrode materials, or batteries, to get acquainted with planning and executing research missions. <p>The set of lab units is modified each year, part I and II staying rather unchanged, whereas tasks in Part III may vary, following the current topics in research performed at the Faculty. Students work in small groups (not more than 5, preferably 3-4, depending of the number of students in the class).</p> |
|--------------|---|

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

| | |
|---|--|
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Zna metody badawcze fizykochemiczne i analityczne stosowane w obszarze materiałów do ESC |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W07 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne sprawozdanie/raport pisemny:ocena raportu |

Umiejętności

| | |
|---|---|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi dobrać metodę charakteryzacji materiału, przeprowadzić badania i zanalizować wyniki |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U07 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne sprawozdanie/raport pisemny:ocena raportu |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Potrafi zaplanować i uczestniczyć w pracy grupy badawczej |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U14 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne sprawozdanie/raport pisemny:ocena raportu |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Umie współpracować z członkami zespołu badawczego |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K02 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne sprawozdanie/raport pisemny:ocena raportu |
| Kod efektu | KS02 |
| Opis | Potrafi zaplanować pracę grupowa i uznać wkład innych uczestników |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K03 |
| Metody weryfikacji | kolokwium_pisemne sprawozdanie/raport pisemny:ocena raportu |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU8 |
| Nazwa przedmiotu | Advanced Electrochemistry |
| Wersja przedmiotu | 2025L |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S2-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 6 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Kurs oferuje dogłębną wiedzę na temat kinetyki reakcji elektrochemicznych, rozwiązywania równań Laplace'a, głębokich podstaw transferu jonów poprzez migrację i dyfuzję (2- i 3-wymiarową). Wykorzystanie podstawowej wiedzy z elektrochemii teoretycznej do scharakteryzowania materiałów akumulatorowych za pomocą konwencjonalnego arsenału technik charakteryzacji elektrochemicznej (voltamperometria, chronopotencjometria, chronoampermetria, spektroskopia impedancyjna...). |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 30.00 h |
| Ćwiczenia | 15.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 6 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|-----------|--|
| Ćwiczenia | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mass transfer (M,C, D and the corresponding laws: Ohm, Fick 1 and 2, Laplace / charge balance, Expressions of the corresponding currents). 2. Transfer in solid ionic conductors (membranes), electrolytes. Electrochemical kinetics. 3. GITT. 4. Corrosion / impedances, transient state voltammetry. 5. Adsorption models |
| Wykład | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mass transfer (M,C, D and the corresponding laws: Ohm, Fick 1 and 2, Laplace / charge balance, Expressions of the corresponding currents). 2. Transfer in solid ionic conductors (membranes), electrolytes. Electrochemical kinetics. 3. GITT. 4. Corrosion / impedances, transient state voltammetry. 5. Adsorption models |

Tabela: Efekty uczenia się

Część I

Wiedza

| | |
|---|--|
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Zna rozszerzone podstawy matematyczne dla opisu ilościowego zjawisk elektrochemicznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W01 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny sprawozdanie/raport pisemny:ocena raportu |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada wiedzę z obszaru fizykochemii i mechanizmów procesów elektrodowych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W05 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny sprawozdanie/raport pisemny:ocena raportu |

Umiejętności

| | |
|---|---|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi analizować zjawiska i przewidywać zależności między strukturą materiałów a efektami procesów elektrochemicznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny sprawozdanie/raport pisemny:ocena raportu |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|--|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Uznaje istotność prawidłowej analizy naukowej procesów fizykochemicznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K01 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny sprawozdanie/raport pisemny:ocena raportu |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU9 |
| Nazwa przedmiotu | Advanced Solid State Chemistry |
| Wersja przedmiotu | 2025L |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S2-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 6 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | Ta jednostka dydaktyczna obejmuje wstęp do nieorganicznej chemii strukturalnej. Ma ona na celu wyjaśnienie i opisanie przestrzennego uporządkowania atomów w związkach chemicznych, wyjaśnienie przyczyn, które prowadzą do tego uporządkowania, oraz wynikających z niego właściwości. Obejmuje również systematyczne uporządkowanie typów struktur i wyjaśnienie relacji między nimi. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 30.00 h |
| Ćwiczenia | 20.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 6 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|-----------|---|
| Wykład | <ol style="list-style-type: none">1. Basic knowledge about crystallography, description of common inorganic crystal structures and diffraction. Basic crystallographic concepts (crystalline solid, symmetry in crystals, unit cell description, close packed structure, coordination number, space filling polyhedral) and examples of crystal structures and their complex ion variants (halite, rutile, fluorite, perovskite, spinel and their derivatives). Example of structure to properties relationships2. Introduction to powder X-ray diffraction & experimental methods (geometry and intensity of diffraction, atomic scattering and structure factor, peak shape profiling and microstructural analysis)3. Inorganic solid state chemistry (high temperature solid state synthesis, soft chemistry, crystal-chemistry)4. Polymer chemistry (polyaddition, polycondensation, chemical modification, conducting polymers) |
| Ćwiczenia | Solving tasks and technological problems related to the content of the lecture. |

Część I**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza

| | |
|---|--|
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada rozszerzoną wiedzę w obszarze chemii ciała stałego |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W02 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Ma opanowane zagadnienia termodynamiki i kinetyki w odniesieniu do materiałów elektrodowych i elektrolitów stałych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W05 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne |

Umiejętności

| | |
|---|---|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi wyjaśnić i interpretować zjawiska zachodzące w fazach stałych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U09 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|--|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Uznaje znaczenie wiedzy podstawowej w rozwiązywaniu problemów technologicznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K01 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU10 |
| Nazwa przedmiotu | Advanced Physical Chemistry of Solids |
| Wersja przedmiotu | 2025L |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S2-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 4 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | Przedmiot koncentruje się na wyjaśnieniu konfiguracji elektronowej atomów i rozszerza jego zakres o definicję wiązań chemicznych. Podjęto dogłębną eksplorację właściwości elektrycznych ciał stałych w oparciu o zrozumienie pasmowej teorii energii. Teorię tę stosuje się do wyjaśnienia charakterystycznych zachowań wykazywanych przez przewodniki metaliczne, półprzewodniki i izolatory. Ponadto obszernie omówiono termodynamikę ciała stałego, skupiając się przede wszystkim na defektach i kompleksowym badaniu zjawisk dyfuzji. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 20.00 h |
| Ćwiczenia | 10.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 4 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|-----------|--|
| Ćwiczenia | Solving tasks and problems related to the content of the lecture. |
| Wykład | Name and describe the atomic mechanisms of diffusion. Distinguish between steady-state and nonsteady-state diffusion. Have some insight about the physics and mathematics of diffusion (Fick's first and second laws). See the analogies between the phenomenon of diffusion and those of migration, thermal conduction and viscosity. Tackle Nernst-Planck equation and relationships between transport properties in solution. Know the influence of temperature, matrix and diffusing species on the rate of diffusion. |

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|-------------------|--|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada pogłębioną wiedzę z zakresu chemii fizycznej faz skondensowanych |

Część I

| | |
|---|-------------------|
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W02 |
| Metody weryfikacji | test:test pisemny |

Umiejętności

| | |
|---|---|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi stosować techniki obliczeniowe w obszarze fizyki i chemii faz skondensowanych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08 |
| Metody weryfikacji | test:test pisemny |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|--|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Uznaje znaczenie wiedzy w rozwiązywaniu problemów fizyki i chemii materiałów |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K01 |
| Metody weryfikacji | test:test pisemny |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|--|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU11 |
| Nazwa przedmiotu | English and Scientific Conference Presentation |
| Wersja przedmiotu | 2025L |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S2-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 4 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Celem przedmiotu jest doskonalenie umiejętności pisania prac naukowych, analizowania literatury naukowej oraz nabycie przez studentów umiejętności umożliwiających płynną komunikację naukową w języku angielskim. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Ćwiczenia | 40.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 4 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|-----------|--|
| Ćwiczenia | Acquire the skills to be able to communicate scientifically in both written and verbal format in English. Help student to write scientific papers in English and analyse the scientific literature in English. |
|-----------|--|

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|---|--|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada wiedzę w zakresie technologii materiałów i przetwarzania energii w stopniu umożliwiającym samodzielną pracę literaturową |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W04 |
| Metody weryfikacji | esej;esej pisemny prezentacja |
| Umiejętności | |
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Biegłe posługuje się jęz. angielskim w celu analizy danych literaturowych i tworzenia własnych opracowań |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U04 |
| Metody weryfikacji | esej;esej pisemny prezentacja |
| Kod efektu | U02 |

Część I

| | |
|---|---|
| Opis | Sprawnie stosuje zasady publikacji i prezentacji materiałów naukowych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U05 |
| Metody weryfikacji | esej:esej pisemny prezentacja |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Jest gotów do krytycznej analizy danych publikowanych i |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K02 |
| Metody weryfikacji | esej:esej pisemny prezentacja |
| Kod efektu | KS02 |
| Opis | Uznaje imperatyw przestrzegania praw autorskich |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K03 |
| Metody weryfikacji | esej:esej pisemny prezentacja |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|--|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU12 |
| Nazwa przedmiotu | Application of Surface Treatment to Energy Materials |
| Wersja przedmiotu | 2025L |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S2-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 4 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Celem przedmiotu jest zaznajomienie studentów z podstawową wiedzą z zakresu obróbki powierzchni materiałów (katodowe osadzanie elektrochemiczne i powłoki konwersyjne) w odniesieniu do elektrochemicznego magazynowania i konwersji energii. Nacisk zostanie położony na anodowanie (Al) oraz platerowanie metali i stopów. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 20.00 h |
| Ćwiczenia | 20.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 4 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|-----------|--|
| Ćwiczenia | Solving tasks and problems related to the content of the lecture. |
| Wykład | Electrochemical deposit (P. Simon) Introduction to cathodic electrochemical plating, Key parameters controlling the electrochemical metal plating: current distribution, potential, Electrodeposition from complexant-free electrolytes: Cu, Zn, Ni, Electrodeposition from complexed metal cations: Au, Cu Chemical and electrochemical conversion treatments (L. Arurault) Introduction, surface pretreatments and (electro)machining of the metallic surfaces, Electrochemical conversion treatments (anodization, micro-arc oxidation), Preparation and characterizations of AAO templates and nanodevices . |

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|-------------------|---|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada wiedzę dotyczącą metod syntezy elektrolitycznej i obróbki powierzchni |

Część I

| | |
|---|---|
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W08 |
| Metody weryfikacji | test:test pisemny |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Zna zastosowania procesów elektrolitycznych w urządzeniach do magazynowania / konwersji energii |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W12 |
| Metody weryfikacji | test:test pisemny |

Umiejętności

| | |
|---|--|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi zastosować techniki numeryczne w opracowywaniu założeń technologicznych procesów elektrolizy |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U06 |
| Metody weryfikacji | test:test pisemny |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Potrafi analizować parametry procesów elektrochemicznych w oparciu o wiedzę podstawową |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U09 |
| Metody weryfikacji | test:test pisemny |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Uznaje zasadniczą istotność wniosków z wiedzy podstawowej dla realizacji procesów obróbki powierzchni |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K01 |
| Metody weryfikacji | test:test pisemny |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU13 |
| Nazwa przedmiotu | Energy Storage and Conversion Devices I |
| Wersja przedmiotu | 2025L |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S2-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 6 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | Przedmiot koncentruje się na zrozumieniu podstaw oraz zachowania/działania elektrochemicznego kondensatorów i superkondensatorów elektrolitycznych, różnych ogniw pierwotnych (ogniwa Zn, ogniwa pierwotne Li) i wtórne (akumulatory kwasowo-ołowiowe, Li-jonowe, Na-jonowe), na projektowaniu eksperymentów elektrochemicznych w celu badania materiałów do zastosowań w magazynowaniu energii |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 40.00 h |
| Ćwiczenia | 20.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 6 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|-----------|---|
| Ćwiczenia | Solving tasks and technological problems related to the content of the lecture. |
|-----------|---|

Część I

| | |
|--------|---|
| Wykład | <p>Capacitive Storage: Basics in dielectric capacitors (electrostatic storage); materials for dielectric capacitors (polymers and ceramics); alumina-based and tantalum-based capacitors</p> <ul style="list-style-type: none">• Basics in Supercapacitors: double layer charge storage mechanisms, synthesis and characterization of carbonaceous materials for supercapacitors; electrochemical signature of capacitive electrodes electrical performance• Aqueous Primary Cells: The Zinc Anode in aqueous electrolytes:<ul style="list-style-type: none">• Dry Cell (Zn/MnO₂ in NH₄Cl-based electrolyte)• Alkaline Cell (Zn/MnO₂ in alkaline electrolyte),• Zn/silver and Zn air cells• Non-Aqueous Primary cells Li-metal coin cells• Aqueous rechargeable Cell: Lead-acid battery; sulphatation; battery ageing; applications• Non-aqueous rechargeable Cell: Lion-ion batteries; graphite negative electrode; NMC, LFP, LMO positive electrodes; electrolytes• Advanced Li-ion batteries: new anodes• |
|--------|---|

Tabela: Efekty uczenia się

| Wiedza | |
|---|--|
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Rozumie mechanizmy fizykochemiczne działania ogniw galwanicznych, paliwowych i superkondensatorów |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W02 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny test:testy pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada wiedzę na temat kierunków rozwoju urządzeń galwanicznych i materiałów w nich stosowanych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W12 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny test:testy pisemne |
| Umiejętności | |
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi projektować i dostosować systemy urządzeń magazynujących energię do konkretnych zastosowań |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny test:testy pisemne |
| Kompetencje społeczne | |
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Jest gotów do pracy zespołowej w tematach systemów magazynowania energii |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K02 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny test:testy pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU14 |
| Nazwa przedmiotu | Structural Characterization of Energy Materials |
| Wersja przedmiotu | 2025Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S3-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 4 |

Część I

01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | <ul style="list-style-type: none">Cele: Zrozumienie zasad budowy ciał stałych, ich właściwości i metod ich badania opartych na dyfrakcji.Kompetencje: Stosowanie podstawowych technik charakteryzacji metodą dyfrakcji proszkowej. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 20.00 h |
| Ćwiczenia | 20.00 h |
| Seminarium | 10.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 4 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|------------|---|
| Ćwiczenia | Crystal Structure solution-basics: diffraction pattern and structural information, single crystal methods, powder methods, steps of structure determination from powder diffraction data. Rietveld refinement: information content in the powder pattern, possible uses of RR. |
| Wykład | Crystal structures: amorphous and crystalline state, examples of structures. Symmetry: exploring symmetry in the example structures, symmetry elements, point groups, space groups, crystal systems, unit cell, crystal lattices. Diffraction: radiation and its interaction with crystals, Bragg law, single crystal and powder diffraction. Phase identification and quantification: origin of the method, use of existing knowledge (databases) example of a search-match program, basics and examples of quantitative phase analysis. |
| Seminarium | Basics in Solid State Physics and Theoretical Chemistry: relation between atomic-scale properties and large-scale properties with some examples. |

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I

| | |
|---|---|
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada poszerzoną wiedzę dotyczącą metod badań i analizy danych dyfrakcyjnych wykorzystywanych w charakteryzacji materiałów elektrodowych i elektrolitów |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W07 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne:częstkowe sprawdziany pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada wiedzę w obszarze zaawansowanych metod identyfikacji i charakteryzowania materiałów funkcjonalnych i nanomateriałów wykorzystywanych w technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii. Posiada zaawansowaną wiedzę informatyczną pozwalającą na efektywne wykorzystanie technik komputerowych i pakietów oprogramowania w analizie struktury materiałów. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W09, MESC_W10 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne:częstkowe sprawdziany pisemne |

Umiejętności

| | |
|---|--|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi wykorzystać metody obliczeniowe, eksperymentalne, analityczne i statystyczne do formułowania i rozwiązywania problemów w zakresie charakterystyki strukturalnej materiałów stosowanych w technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08, MESC_U09 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne:częstkowe sprawdziany pisemne |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Wykorzystując dostępne oprogramowanie potrafi dokonać analizy struktury krystalicznej materiału i wykonać obliczenia prowadzące do modyfikacji jego właściwości w celu poprawy efektywności jego wykorzystania w technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U12 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne:częstkowe sprawdziany pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|--|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Uznaje znaczenie wiedzy podstawowej w rozwiązywaniu problemów technologicznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K01 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne:częstkowe sprawdziany pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|--|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU15 |
| Nazwa przedmiotu | Morphological and Thermal Analysis of Energy Materials |
| Wersja przedmiotu | 2025Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S3-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 3 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | <ul style="list-style-type: none">Zrozumienie zasad różnych technik stosowanych w materiałoznawstwie.Stosowanie indywidualnych technik analizy w przypadku nowatorskich materiałów związanych z zastosowaniami magazynowania i konwersji energii.Zrozumienie ograniczeń poszczególnych technik i umiejętność wykonywania określonych pomiarów na określonej aparaturze. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 20.00 h |
| Laboratorium | 15.00 h |
| Seminarium | 10.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 3 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

Część I

| | |
|--------------|--|
| Wykład | <p>Methods for particle size measurement: Definition of disperse systems, particle size determination for irregular particles, particle size and size distribution measurements, shape factor determination, specific surface of a disperse system and specific surface measurements, porosity of a disperse system and porosity measurements.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermoanalytical techniques: Definition of the concept "thermal analysis". Thermogravimetry (TG); differential thermal analysis (DTA) and dynamic scanning calorimetry (DSC). TG and DSC as complementary methods (thermal decomposition/phase transition). • Electron, IR and Raman spectroscopy: Theory of IR and Raman spectroscopies, Principles and examples of IR and Raman measurements. • Microscopy (optical, electron, scanning probe): Optical and electron microscopy (SEM, TEM), EDS and WDS spectroscopy, electron diffraction in TEM microscopy, atomic force microscopy (AFM), scanning tunneling microscopy (STM). |
| Seminarium | Discussions of results of experimental data obtained for different materials |
| Laboratorium | Analysis of experimental data from TG, DTA and DSC curves obtained from the compounds with known composition. Analysis of IR and Raman measurements. Examples of microstructure quantitative analysis of materials by microscopic methods |

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

| | |
|---|---|
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada poszerzoną wiedzę dotyczącą metod badań i analiz fizykochemicznych stosowanych w charakteryzacji materiałów elektrodowych i elektrolitów |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W07 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada wiedzę w obszarze zaawansowanych metod identyfikacji i charakteryzowania materiałów funkcjonalnych i nanomateriałów wykorzystywanych w technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W09 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

Umiejętności

| | |
|---|---|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi wykorzystać metody obliczeniowe, eksperymentalne, analityczne i statystyczne do formułowania i rozwiązywania problemów w zakresie charakterystyki strukturalnej materiałów stosowanych w technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08, MESC_U09 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | U02 |

Część I

| | |
|---|--|
| Opis | Potrafi samodzielnie planować i przeprowadzić eksperymenty prowadzące do scharakteryzowania otrzymanych materiałów i podnosić swoje kompetencje zawodowe i osobiste doskonaląc umiejętności analizy danych uzyskanych z różnych technik analitycznych; ma umiejętności pozwalające na prowadzenie efektywnego procesu samokształcenia. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U13 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|--|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Uznaje znaczenie wiedzy podstawowej w rozwiązywaniu problemów technologicznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K01 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU16 |
| Nazwa przedmiotu | Modern Techniques for the Synthesis of Energy Materials |
| Wersja przedmiotu | 2025Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S3-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 3 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | Studenci zapoznają się z różnymi technikami syntezy służącymi do przygotowania nanomateriałów do magazynowania i konwersji energii. Na wykładach i ćwiczeniach prezentowane są różne przypadki zastosowania nanomateriałów do magazynowania i konwersji energii. Dodatkowy nacisk położono na techniki charakteryzowania oraz zalety i wady nanomateriałów w magazynowaniu i konwersji energii. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 30.00 h |
| Ćwiczenia | 15.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 3 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|-----------|--|
| Ćwiczenia | Practical implementation of nanomaterials into different electrochemical cells <ul style="list-style-type: none"> Advantages and drawbacks of using nanomaterials Critical assessment of nanomaterials in practical application |
| Wykład | Nanomaterials Synthesis: Solid/solution equilibria applied to the precipitation; Sol gel technique; Hybrid Materials; Hydrothermal and templating synthesis; Materials at the nanoscale <ul style="list-style-type: none"> Application of nanomaterials in energy storage and conversion Characterization techniques for nanomaterials |

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|-------------------|---|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada poszerzoną wiedzę dotyczącą budowy i fizykochemii powierzchni ciał stałych oraz metod syntezy i projektowania nowych materiałów elektroaktywnych. |

Część I

| | |
|---|---|
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W03 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Studenci posiadają wiedzę w zakresie różnego podejścia do syntezy i modyfikacji nanomateriałów, ich właściwości, charakterystyki i zastosowania związane z magazynowaniem energii i materiałami do konwersji. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W04 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

Umiejętności

| | |
|---|--|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi wykorzystać wiedzę do projektowania i syntezy nowatorskich materiałów aktywnych do urządzeń nowej generacji do magazynowania i konwersji energii w laboratorium i w przemyśle. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U12 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Potrafi samodzielnie planować i przeprowadzić eksperymenty prowadzące do otrzymania materiałów o pożądanych właściwościach fizykochemicznych i podnosić swoje kompetencje zawodowe w obszarze syntezy materiałów funkcjonalnych. Ma umiejętności pozwalające na prowadzenie efektywnego procesu samokształcenia. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U13 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Posiada kompetencje do rozwiązywania bieżących problemów oraz ważnych alternatywnych technologii przyszłości. Potrafi przenieść zdobytą wiedzę na inne dziedziny nauki, takie jak chemia, inżynieria chemiczna i elektrotechnika. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K02 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU17 |
| Nazwa przedmiotu | Energy Storage and Conversion Devices II |
| Wersja przedmiotu | 2025Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S3-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 4 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | Poszerzenie wiedzy dotyczącej: - Koncepcji i działania dostępnych i odpowiednich systemów magazynowania energii. - Narzędzi porównawczych stosowanych w ocenie systemów. - Różnych potrzeb w zakresie magazynowania energii - Zasad działania różnych urządzeń akumulatorowych, ich główne elementy i właściwości - Zasad działania różnych wodorków metali i ich główne właściwości. Zdobycie kompetencji w zakresie zarządzania podstawowymi zasadami dotyczącymi dostępnych i odpowiednich systemów magazynowania energii oraz umiejętności ich porównywania pod względem ilościowym i jakościowym. Szczególny nacisk położony jest na zrozumienie działania i właściwości akumulatorów i wodorków metali. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 30.00 h |
| Ćwiczenia | 30.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 4 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

Część I

| | |
|-----------|---|
| Wykład | <p>Energy concepts: Primary vs. secondary energy sources (energy carriers), conventional fossil fuel sources, non-fossil primary sources and energy carriers, non-renewable vs. renewable energy sources, conversion of energy (thermodynamics and efficiency aspects), state-of-the art energy consumption and issues, possible future technologies and scenarios</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energy Storage Devices: Introduction and comparison of main modern storage devices such as batteries, capacitors, supercapacitors, flywheels, magnetic ESDs, pumped hydro energy storage, hydrogen storage. • Battery technologies: Development in the context of storage mechanisms and chemistries of the most important systems (lead-acid, nickel-cadmium, nickel-metal hydride, lithium ion, post-lithium ion systems etc.). Advantages and disadvantages of various systems. Presentation of open questions in modern systems, discussion of possible solution and research directions. • Hydrogen production, transport and classical storage • Introduction of hydrogen as important future energy carrier. Presentation of emerging hydrogen production technologies: electrolysis, photolysis, thermolysis, production from biomass, thermochemical cycles. |
| Ćwiczenia | Solving tasks and technological problems related to the content of the lecture. |

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|---|--|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada wiedzę niezbędną do zrozumienia działania urządzeń magazynujących energię. Zna działanie współczesnych systemów akumulatorowych oraz mechanizmy magazynowania energii w wodorkach metali. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W05 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne:częstkowe sprawdziany pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Zdobyta wiedza teoretyczna umożliwia wgląd w główne pojęcia i prawa z zakresu urządzeń magazynujących energię. Ponadto daje solidne podstawy do późniejszych aktywnych i samodzielnych badań w zakresie badań podstawowych i stosowanych w zakresie urządzeń magazynujących, w szczególności akumulatorów i wodorków metali. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W08 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne:częstkowe sprawdziany pisemne |
| Umiejętności | |
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi wykorzystać wiedzę do projektowania i syntezy nowatorskich materiałów aktywnych do urządzeń nowej generacji do magazynowania i konwersji energii w laboratorium i w przemyśle. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U12 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne:częstkowe sprawdziany pisemne |
| Kod efektu | U02 |

Część I

| | |
|---|--|
| Opis | Potrafi samodzielnie planować i przeprowadzić eksperymenty prowadzące do otrzymania materiałów o pożądanych właściwościach fizykochemicznych i podnosić swoje kompetencje zawodowe w obszarze syntezy materiałów funkcjonalnych. Ma umiejętności pozwalające na prowadzenie efektywnego procesu samokształcenia. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U13 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne:cząstkowe sprawdziany pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Posiada kompetencje do rozwiązywania bieżących problemów oraz ważnych alternatywnych technologii przyszłości. Potrafi przenieść zdobytą wiedzę na inne dziedziny nauki, takie jak chemia, inżynieria chemiczna i elektrotechnika. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K02 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne:cząstkowe sprawdziany pisemne |
| Kod efektu | KS02 |
| Opis | Posługuje się literaturą naukową i fachową oraz rozwija umiejętność prezentacji i wyjaśniania skomplikowanych i specyficznych wyników szerszemu gronu odbiorców. Posiada kompetencje potrzebne do pracy projektowej i zespołowej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K04 |
| Metody weryfikacji | egzamin_pisemny kolokwium_pisemne:cząstkowe sprawdziany pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|--|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU18 |
| Nazwa przedmiotu | Tools for Bibliography, Search, Fund Hunting, Intellectual Property - Soft Skills and Professional Development |
| Wersja przedmiotu | 2025Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Obowiązkowy |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S3-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 4 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Studenci zdobywają informacje dotyczące: <ul style="list-style-type: none">Wyszukiwania literatury za pomocą różnych wyszukiwarek;Napisania wniosku o fundusze rządowe;Ochrony własności intelektualnej;Przygotowania wniosku patentowego;Przekonania partnera przemysłowego do zainwestowania w swoje badania;Ułożenia wyników w kompleksowy raport/rękopis/pracę;Raportowania wyników przed różnymi społecznościami (społecznością zawodową, publiczną); przygotowywania raportów i prezentacji w sposób zrozumiały, pozbawiony balastu, płynny i logiczny;Uzyskują wiedzę na temat rozwoju zawodowego, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości studiów doktoranckich i potencjalnych staży podoktorskich. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Seminarium | 30.00 h |
| Wykład | 30.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 4 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

Część I

| | |
|------------|---|
| Wykład | Different types of bibliography search engines: Classification of research literature <ul style="list-style-type: none"> • Knowhow protection, intellectual property definition • Patent application writing • Difference between patent applications • From scientific idea to large scale project • Project coordination and reporting • Industrial projects • Results presentation • Results reporting • Presentation rhetoric • Professional development • |
| Seminarium | Preparation and presentation of exemplary materials related to the lecture |

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

| | |
|---|---|
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada wiedzę dotyczącą gospodarki odpadami związanymi z technologią elektrochemicznych źródeł i magazynów energii |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W06 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada wiedzę w zakresie transferu technologii elektrochemicznych źródeł prądu i komercjalizacji wyników badań, w tym zagadnień ochrony własności intelektualnej i prawa patentowego |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W11 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | W03 |
| Opis | Posiada wiedzę dotyczącą aktualnych kierunków rozwoju technologii elektrochemicznych, materiałów, źródeł i magazynów energii |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W12 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

Umiejętności

| | |
|---|---|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi samodzielnie przygotować pisemne opracowanie naukowe a także prezentację ustną przedstawiające wyniki badań własnych i zawierające opis oraz uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki i ich znaczenie na tle innych podobnych badań. Potrafi przygotować szkic projektu i publikacji naukowej oraz zgłoszenia patentowego. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U05 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Zna i stosuje zasady BHP i regulacje prawne związane z technologiami elektrochemicznych źródeł i magazynów energii umożliwiające odpowiedzialne stosowanie nabytej wiedzy w pracy zawodowej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U11 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | U03 |

Część I

| | |
|---|---|
| Opis | Potrafi pracować w zespole opracowującym wyniki badań naukowych, pełnić w nim różne funkcje (w tym kierownicze), do którego potrafi wnieść samodzielne i przedsiębiorcze myślenie |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U14 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Przestrzega przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K03 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | KS02 |
| Opis | Posługuje się literaturą naukową i fachową oraz rozwija umiejętność prezentacji i wyjaśniania skomplikowanych i specyficznych wyników szerszemu gronu odbiorców. Posiada kompetencje potrzebne do pracy projektowej i zespołowej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K04 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU19 |
| Nazwa przedmiotu | Hydrogen Technologies and Their Engineering |
| Wersja przedmiotu | 2025Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Wybieralny |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S3-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 6 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | <ul style="list-style-type: none">Zrozumienie zasad działania ogniw paliwowych różnych typów, umiejętność opisu cech materiałów elektrolitów i elektrod. Zrozumienie i umiejętność zastosowania zasad dopasowania typu ogniw do wymaganych zastosowań. Zrozumienie procesu rozkładu wody, charakterystyki materiałów elektrodowych. Kompetencje : umiejętność analizy zapotrzebowania na magazynowanie energii za pomocą ogniw paliwowych, doboru typu ogniw, opracowania założeń do projektu stosu/zespołu ogniw dla konkretnej aplikacji. Umiejętność zaprojektowania i testowania układów do elektrolizy wody. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 45.00 h |
| Ćwiczenia | 10.00 h |
| Seminarium | 5.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 6 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|------------|---|
| Seminarium | Presentation and discussion of obtained results. |
| Ćwiczenia | Solving tasks related to the subject, applying the acquired knowledge to problem solving for the next generation energy storage and conversion devices in academia and European industry. |

Część I

| | |
|--------|--|
| Wykład | <ul style="list-style-type: none"> • Electrode reactions of oxygen and fuels (hydrogen, low alcohols) on catalytic electrodes. Thermodynamic principles of a fuel cell, heat and energy correlations, electrochemical characterisation methods. • Types of fuel cells – according to types of fuel, electrolytes and operation temperatures. Comparison of energy conversion yield. • Synthesis and engineering of electrode carbonaceous materials, catalytic performance of electrodes. • Electrolysis of water – thermodynamics, basic electrochemical characterisation. Materials for catalytic electrodes. Research methods. • Current state of implemented technologies of fuel cells and water splitting, future needs, perspectives and challenges. |
|--------|--|

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|---|---|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada wiedzę dotyczącą zasad fizykochemicznych procesów elektrodowych i towarzyszących zjawisk w ogniwach paliwowych. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W04, MESC_W08 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada wiedzę dotyczącą aktualnych kierunków rozwoju technologii elektrochemicznych w obszarze ogniw paliwowych i elektrolizy wody. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W12 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Umiejętności | |
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi zastosować zdobytą wiedzę do rozwiązywania problemów związanych z urządzeniami do magazynowania i konwersji energii nowej generacji w środowisku akademickim i przemyśle europejskim. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U05 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Potrafi zastosować swoją wiedzę do rozwiązywania bieżących problemów ważnych alternatywnych technologii przyszłości. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U10, MESC_U11 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kompetencje społeczne | |
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Przestrzega przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K03 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | KS02 |

Część I

| | |
|---|---|
| Opis | Posługuje się literaturą naukową i fachową oraz rozwija umiejętność prezentacji i wyjaśniania skomplikowanych i specyficznych wyników szerszemu gronu odbiorców. Posiada kompetencje potrzebne do pracy projektowej i zespołowej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K04 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|--|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU20 |
| Nazwa przedmiotu | Analytical Electrochemistry and Electrocatalysis |
| Wersja przedmiotu | 2025Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Wybieralny |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S3-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 6 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Student poznaje podstawy chemii elektroanalizy i podejścia analitycznego do procesów elektrokatalitycznych oraz zastosowanie klasycznych i instrumentalnych metod analitycznych do analizy próbek rzeczywistych. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 30.00 h |
| Laboratorium | 20.00 h |
| Seminarium | 10.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 6 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|--------------|--|
| Seminarium | Presentation and discussion of obtained results |
| Laboratorium | Performing selected classical and instrumental analytical methods. |

Część I

| | |
|--------|--|
| Wykład | <p>Introduction to analytical chemistry, terminology, specific analytical statement of a problem, selection of a procedure. Evaluation and presentation of analytical results, sources and types of errors, validation. Calibration in analytical chemistry (method of linear calibration, method of standard additions, method of internal standard).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gravimetric analysis (properties, application and examples of gravimetric procedures). • Volumetric analytical methods: neutralisation, redox, precipitation and complex-formation titrations (titration curve, types of indicators, analytical applications, automatization.) • Introduction to electrochemistry and electrochemical methods: Potentiometry (method characteristics, measuring system, types of electrodes, approaches for determining concentration, potentiometric titrations) - Voltammetry (method characteristics, measuring system, voltammogram-interpretation, novel electrode materials, techniques). Conductometry, coulometry, amperometry and electrogravimetry (method characteristics and analytical applications). • Introduction to spectroscopy and principles of spectroscopic methods. Molecular absorption and fluorescence spectrometry (method and spectra characteristics, UV-VIS and IR spectrometry, instrumentation). Flame emission (AES) and inductively coupled plasma (ICP) spectrometry. Atomic absorption spectrometry (AAS) and atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization (ETAAS). • Separation methods: fundamentals of chromatography and principles of different chromatographic methods: thin layer chromatography (TLC), high performance liquid chromatography (HPLC) and gas chromatography (instrumental setup, hyphenation, analytical applications). |
|--------|--|

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|---|--|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada wiedzę dotyczącą elektroanalizy i elektrokatalizy, jest zaznajomiony z podejściem analitycznym oraz podstawami i zastosowaniami klasycznych i wybranych instrumentalnych metod analitycznych z właściwą interpretacją wyników analitycznych. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESc_W04, MESc_W08 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada poszerzoną wiedzę z zakresu metod i technik elektroanalitycznych wykorzystywanych w charakteryzacji materiałów elektrodowych i elektrolitów |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESc_W12 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Umiejętności | |
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Student rozumie podstawy elektroanalizy i elektrokatalizy, podejście analityczne oraz podstawy i zastosowania klasycznych i wybranych instrumentalnych metod elektroanalitycznych z właściwą interpretacją wyników analiz. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESc_U05, MESc_U07, MESc_U09 |

Część I

| | |
|---|---|
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Potrafi wykorzystać poznane metody obliczeniowe, eksperymentalne i analityczne do rozwiązywania problemów w zakresie materiałów elektroaktywnych. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08, MESC_U11 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Przestrzega przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K03 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | KS02 |
| Opis | Posługuje się literaturą naukową i fachową oraz rozwija umiejętność prezentacji i wyjaśniania skomplikowanych i specyficznych wyników szerszemu gronu odbiorców. Posiada kompetencje potrzebne do pracy projektowej i zespołowej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K04 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|--|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU21 |
| Nazwa przedmiotu | Thermal Energy Storage and Renewable Fuel Production |
| Wersja przedmiotu | 2025Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Wybieralny |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S3-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 6 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Studenci zapoznają się z głównymi wyzwaniami i rozwiązaniami w dziedzinie materiałów do zastosowań związanych z magazynowaniem energii cieplnej. Stosując podejście interdyscyplinarne (fizyka, chemia, inżynieria), uzyskają przegląd całej ścieżki badawczej, począwszy od opracowania materiału, aż do jego integracji z systemem magazynowania energii cieplnej. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 40.00 h |
| Seminarium | 10.00 h |
| Ćwiczenia | 10.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 6 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|------------|---|
| Seminarium | Presentation of results and discussion |
| Wykład | <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction to thermal energy storage: Interest, principles, applications 2. Sensible heat storage 3. Latent heat storage 4. Thermochemical heat storage 5. Corrosion aspects 6. TES systems integration and Platforms |
| Ćwiczenia | Analysis of thermal data for different materials- challenges and obstacles. |

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|---|---|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Posiada wiedzę dotyczącą analizy termicznej materiałów elektroaktywnych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W07, MESC_W09 |

Część I

| | |
|---|--|
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada poszerzoną wiedzę z kinetyki i termodynamiki procesów zachodzących podczas badań właściwości termicznych materiałów elektrodowych i elektrolitów |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W05 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

Umiejętności

| | |
|---|---|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Student rozumie podstawy badań właściwości termicznych, potrafi dobrać odpowiednią metodę i dokonać właściwej interpretacji wyników badań. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U05, MESC_U07, MESC_U09 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Potrafi wykorzystać poznane metody obliczeniowe, eksperymentalne i analityczne do rozwiązywania problemów w zakresie właściwości termicznych materiałów elektroaktywnych. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08, MESC_U11 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Przestrzega przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K03 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | KS02 |
| Opis | Posługuje się literaturą naukową i fachową oraz rozwija umiejętność prezentacji i wyjaśniania skomplikowanych i specyficznych wyników szerszemu gronu odbiorców. Posiada kompetencje potrzebne do pracy projektowej i zespołowej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K04 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|--|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU22 |
| Nazwa przedmiotu | Large Scale Facilities for in operando Studies of Energy Materials |
| Wersja przedmiotu | 2025Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Wybieralny |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S3-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 6 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|---|
| Cel przedmiotu | Studenci nabywają umiejętność przeprowadzenia badań od poszukiwania bibliograficznego do prezentacji. Znają możliwości badań materiałów w dużych instalacjach badawczych, w szczególności techniki pomiarowe możliwe do zastosowania w badaniu elektrochemicznych materiałów magazynujących energię. Będą w stanie dokonać wyboru właściwej techniki lub instrumentu do rozwiązania konkretnego problemu. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 30.00 h |
| Projekt | 10.00 h |
| Seminarium | 10.00 h |
| Ćwiczenia | 10.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 6 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|------------|--|
| Projekt | Preparation of proposal for a beamtime for structural studies of a selected material. |
| Wykład | 1- Large facilities in the EU and around the world. <ul style="list-style-type: none"> • 2- X-ray powder and neutron Powder Diffraction. Small Angle X-ray Scattering. Structural studies - in-situ. • 3- X-ray, ion and electron spectroscopies. • 4- Solid state NMR spectroscopy. • 5- Proposals Preparation to request beam time. |
| Seminarium | Presentation and discussion of proposals prepared by students. |
| Ćwiczenia | Writing proposal to request beam time. |

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|-------------------|-----|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |

| Część I | |
|---|---|
| Opis | Posiada wiedzę dotyczącą dużych ośrodków badawczych na świecie (oferujących możliwości badań z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego, neutronowego, etc.) |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W01, MESC_W10 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada poszerzoną wiedzę z zakresu metod i technik badań strukturalnych wykorzystywanych w charakteryzacji materiałów elektrodowych i elektrolitów |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W12 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Umiejętności | |
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Student rozumie podstawy badań z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego/neutronowego, podejście analityczne oraz podstawy i zastosowania klasycznych i wybranych instrumentalnych metod analizy strukturalnej właściwą interpretacją wyników badań. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U05, MESC_U07, MESC_U09 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Potrafi wykorzystać poznane metody obliczeniowe, eksperymentalne i analityczne do rozwiązywania problemów w zakresie struktury materiałów elektroaktywnych. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08, MESC_U11 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kompetencje społeczne | |
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Przestrzega przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K03 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | KS02 |
| Opis | Posługuje się literaturą naukową i fachową oraz rozwija umiejętność prezentacji i wyjaśniania skomplikowanych i specyficznych wyników szerszemu gronu odbiorców. Posiada kompetencje potrzebne do pracy projektowej i zespołowej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K04 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:zaliczenie pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU23 |
| Nazwa przedmiotu | Battery Technologies and Their Engineering |
| Wersja przedmiotu | 2025Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Wybieralny |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S3-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 6 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Zrozumienie roli różnych składników (materiał aktywny, węgiel, polimer, porowatość) we właściwościach reologicznych atramentów i właściwościach elektrody. Identyfikacja mechanizmów związanych z elektrolitami (rozpuszczalnikami, dodatkami) w procesie starzenia się akumulatorów oraz zjawiskach niekontrolowanej temperatury. Poznanie sposobów składania ogniwa 1/2 i akumulatorów litowo-jonowych. Scharakteryzowanie właściwości elektrochemicznych elektrod i akumulatorów pod względem pojemności właściwej, masowej i objętościowej gęstości energii, mocy. Poznanie relacji między reakcjami elektrochemicznymi a właściwościami materiałów akumulatorowych. Zapoznanie się i rozumienie wyników złożonej spektroskopii impedancyjnej. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 30.00 h |
| Ćwiczenia | 30.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 6 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|-----------|--|
| Wykład | <ul style="list-style-type: none">This course deals with the manufacturing techniques of Li-ion batteries and their electrochemical characterization. It is based on theoretical courses on the formulation of inks, the optimization of electrolytes and the electrochemistry of materials but also practical work allowing the realization of coin cells, 3 electrodes batteries in pouch cells, analyses by electrochemical impedance as well as All Solid State batteries. |
| Ćwiczenia | Solving analytical and theoretical problems related to the lecture. |

Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza

Część I

| | |
|---|--|
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Rozumie rolę różnych składników (materiał aktywny, węgiel, polimer, porowatość) we właściwościach reologicznych zawiesin i właściwościach elektrody. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W03, MESC_W05 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Posiada poszerzoną wiedzę z kinetyki i termodynamiki procesów zachodzących podczas produkcji i eksploatacji materiałów elektrodowych i elektrolitów |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W07, MESC_W08, MESC_W09 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |

Umiejętności

| | |
|---|---|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Student potrafi zidentyfikować mechanizmy związane z elektrolitami (rozpuszczalnikami, dodatkami) w procesie starzenia się akumulatorów oraz zjawiskach niekontrolowanego wzrostu temperatury. Potrafi powiązać reakcje elektrochemiczne z właściwościami materiałów akumulatorowych. Wiedzieć, jak używać i rozumieć złożoną spektroskopię impedancyjną. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U07, MESC_U09 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Potrafi wykorzystać poznane metody obliczeniowe, eksperymentalne i analityczne do rozwiązywania problemów w zakresie właściwości termicznych materiałów elektroaktywnych. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08, MESC_U11 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Przestrzega przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K03 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | KS02 |
| Opis | Posługuje się literaturą naukową i fachową oraz rozwija umiejętność prezentacji i wyjaśniania skomplikowanych i specyficznych wyników szerszemu gronu odbiorców. Posiada kompetencje potrzebne do pracy projektowej i zespołowej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K04 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU24 |
| Nazwa przedmiotu | Numerical Simulation, Artificial Intelligence and Digital Twins |
| Wersja przedmiotu | 2025Z |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Wybieralny |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S3-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 6 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Pogłębienie wiedzy na temat ogniw paliwowych, zaawansowanych akumulatorów, technologii fotowoltaicznych i modelowania wieloskalowego; rozwijanie kreatywności i innowacyjności studentów. Rozrzeszenie wiedzy w obszarze nisko- i wysokotemperaturowych ogniw paliwowych oraz zaawansowanych procesów produkcyjnych i zasad działania akumulatorów, podstawowa wiedza na temat DFT i podejść do struktury elektronicznej. Uzyskanie podstawowej wiedzy w dziedzinie wieloskalowego modelowania elektrochemicznych urządzeń energetycznych, podstawy uczenia maszynowego do optymalizacji materiałów i komponentów energii elektrochemicznej. Nabycie teoretycznej i praktycznej wiedzy na temat technologii fotowoltaicznych „od laboratorium do rynku” (zalety i wady różnych technologii dostępnych na rynku oraz obiecujące alternatywy). |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Wykład | 30.00 h |
| Ćwiczenia | 30.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|---|
| Liczba punktów ECTS | 6 |
|---------------------|---|

03. Treści kształcenia

| | |
|-----------|---|
| Ćwiczenia | Numerical calculations of selected systems - solving problems related to the lecture. |
|-----------|---|

Część I

| | |
|--------|---|
| Wykład | Recent research progresses and technological development on modern low, intermediate and high-temperature fuel cells; comprehensive critical review on crucial scientific and technical topics related to fuel cell materials, electro-catalysis, photovoltaic effect, light absorption, transport phenomena and degradation, numerical simulation, DFT & multiscale modeling, methods for accurate scrutinization of electronic structure, machine learning; advanced batteries (metal air, Li sulfur, redox flow); epistemological concepts, unsolved mysteries of energy science, technological dream. |
|--------|---|

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|---|--|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Zna zasady modelowania układów elektrochemicznych z użyciem zaawansowanych metod numerycznych |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W10 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | W02 |
| Opis | Zna aktualne kierunki rozwoju technologii elektrochemicznych źródeł i magazynów energii w obszarze modelowania układów |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W12 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Umiejętności | |
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi zastosować wiedza na temat nisko- i wysokotemperaturowych ogniw paliwowych oraz zaawansowanych procesów produkcyjnych i zasad działania akumulatorów oraz metod DFT i podejść do obliczeń struktury elektronowej. Potrafi zaprojektować proste modelowanie elektrochemicznych urządzeń energetycznych, podstawy uczenia maszynowego do optymalizacji materiałów i komponentów urządzeń do generacji energii elektrochemicznej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U07, MESC_U09 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Potrafi wykorzystać poznane metody obliczeniowe, eksperymentalne i analityczne do rozwiązywania problemów w zakresie optymalizacji właściwości materiałów elektroaktywnych. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U08, MESC_U11, MESC_U12 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Kompetencje społeczne | |
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Przestrzega przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K03 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |
| Kod efektu | KS02 |

Część I

| | |
|---|---|
| Opis | Posługuje się literaturą naukową i fachową oraz rozwija umiejętność prezentacji i wyjaśniania skomplikowanych i specyficznych wyników szerszemu gronu odbiorców. Posiada kompetencje potrzebne do pracy projektowej i zespołowej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K04 |
| Metody weryfikacji | zaliczenie:Zaliczenie pisemne |

SYLABUS PRZEDMIOTU

| | |
|----------------------------------|---|
| Kod przedmiotu | 1020-TCMME-MSA-TU25 |
| Nazwa przedmiotu | Master Thesis within a Research or Company Laboratory |
| Wersja przedmiotu | 2026L |
| Poziom kształcenia | drugiego stopnia |
| Forma i tryb prowadzenia studiów | stacjonarne |
| Profil studiów | Ogólnoakademicki |
| Kierunek studiów | Materials for Energy Storage and Conversion |
| Specjalność | - |
| Jednostka prowadząca | Wydział Chemiczny |
| Jednostka realizująca | Jednostka zewnętrzna |
| Blok przedmiotów | nd |
| Grupy przedmiotów | - |
| Status przedmiotu | Wybieralny |
| Język prowadzenia zajęć | angielski |
| Kod etapu studiów | MS000-S4-NSA-1020 |
| Liczba punktów ECTS | 30 |

Część I**01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

| | |
|--|--|
| Cel przedmiotu | Studenci wybierają z listy tematów, które dotyczą materiałów do magazynowania i konwersji energii. Student, korzystając z pomocy mentora i wykorzystując wiedzę zdobytą podczas studiów, samodzielnie realizuje badania na wybrany temat. Prace eksperymentalne poprzedzone są przeglądem literatury i opracowaniem spójnego planu badań z jasnym określeniem problemów do rozwiązania i odpowiednich metod. Praca kończy się napisaniem pracy magisterskiej i publiczną prezentacją uzyskanych wyników. |
| Efekty uczenia się oraz sposób ich weryfikacji i oceny | patrz tabela "Efekty uczenia się" |
| Formy zajęć i ich wymiar w semestrze | |
| Laboratorium | 180.00 h |
| Seminarium | 150.00 h |

02. Bilans ECTS

| | |
|---------------------|----|
| Liczba punktów ECTS | 30 |
|---------------------|----|

03. Treści kształcenia

| | |
|--------------|--|
| Laboratorium | Laboratory: Assistance in literature analysis, formulation of research issues and designing experimental sequence. <ul style="list-style-type: none">• Individual research work, usually within a larger research group.• Analysis of experimental results.• |
| Seminarium | Seminar: Writing of the manuscript of Master Thesis. Preparation of poster and oral presentation for the Diploma Exam. |

Tabela: Efekty uczenia się

| | |
|------------|--|
| Wiedza | |
| Kod efektu | W01 |
| Opis | Ma wiedzę teoretyczną konieczną do zrealizowanie i napisania pracy dyplomowej. |

Część I

| | |
|---|--|
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_W01, MESC_W02, MESC_W03, MESC_W04, MESC_W05, MESC_W06, MESC_W07, MESC_W08, MESC_W09, MESC_W11 |
| Metody weryfikacji | ocena_aktywności_podczas_zajęć ocena_pracy_dyplomowej:recenzja pracy dyplomowej magisterskiej |

Umiejętności

| | |
|---|---|
| Kod efektu | U01 |
| Opis | Potrafi z literatury, baz danych i innych źródeł pozyskiwać (a także interpretować i oceniać wartość) informacje potrzebne do realizacji tematu pracy dyplomowej. |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U01, MESC_U02, MESC_U03, MESC_U04, MESC_U10 |
| Metody weryfikacji | ocena_aktywności_podczas_zajęć ocena_pracy_dyplomowej:recenzja pracy dyplomowej magisterskiej |
| Kod efektu | U02 |
| Opis | Potrafi przeanalizować i opracować uzyskane rezultaty |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U05 |
| Metody weryfikacji | ocena_aktywności_podczas_zajęć ocena_pracy_dyplomowej:recenzja pracy dyplomowej magisterskiej |
| Kod efektu | U03 |
| Opis | Potrafi zaplanować i wykonać prace laboratoryjne związane z tematyką pracy dyplomowej |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U07, MESC_U08, MESC_U11, MESC_U12 |
| Metody weryfikacji | ocena_aktywności_podczas_zajęć ocena_pracy_dyplomowej:recenzja pracy dyplomowej magisterskiej |
| Kod efektu | U04 |
| Opis | Potrafi pracować samodzielnie zarówno w laboratorium, jak i przy opracowaniu wyników badań i redakcji tekstu pracy |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_U13 |
| Metody weryfikacji | ocena_aktywności_podczas_zajęć ocena_pracy_dyplomowej:recenzja pracy dyplomowej magisterskiej |

Kompetencje społeczne

| | |
|---|---|
| Kod efektu | KS01 |
| Opis | Jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K03 |
| Metody weryfikacji | ocena_aktywności_podczas_zajęć ocena_pracy_dyplomowej:recenzja pracy dyplomowej magisterskiej |
| Kod efektu | KS02 |
| Opis | Wykazuje aktywność w kierunku poszerzania swojej wiedzy oraz inicjatywę w czasie prowadzenia eksperymentów laboratoryjnych związanych z tematyką pracy dyplomowej |
| Powiązane kierunkowe efekty uczenia się | MESC_K04 |
| Metody weryfikacji | ocena_aktywności_podczas_zajęć ocena_pracy_dyplomowej:recenzja pracy dyplomowej magisterskiej |