

**Nazwa w języku polskim: Projektowanie zaawansowanych źródeł energii**

**Nazwa w jęz. angielskim: Advanced Rechargeable Battery Design**

**Dane dotyczące zajęć:**

**Information on course:**

**Jednostka oferująca: Centrum Elektroniki Organicznej i Nanohybrydowej // prowadzący dr Ranjith Kumar Deivasigamani**

**Course offered by: Centre for Organic and Nanohybrid Electronics // dr Ranjith Kumar Deivasigamani**

<b>Język wykładowy:</b>
<b>angielski</b>
<b>Language:</b>
<b>English</b>
<b>Strona WWW: Course homepage:</b>
<b>Skrócony opis:</b>
Akumulatory są uważane za najbardziej obiecującą technikę magazynowania energii. Ten kurs zapewnia szczegółowe zrozumienie akumulatorów pierwotnych i wtórnych. Wyjaśnione zostaną zasady mechanizmu ładowania i rozładowywania akumulatorów, materiały elektrod, elektrolit, separator i spoiwo w kontekście inżynierii chemicznej. Kurs obejmuje zarówno podstawowe zasady działania akumulatorów, jak i prezentację materiałów katodowych i anodowych akumulatorów litowo-jonowych i sodowo-jonowych. Omówione będą również konfiguracje i zasady działania akumulatorów litowo-jonowych oraz kryteria doboru materiałów elektrodowych, potencjał elektrochemiczny elektrod oraz zapotrzebowanie na węgiel addytywny i przewodzący. Ponadto, omówione zostaną problemy związane z produkcją kompletnych ogniw i sposoby ich rozwiązania, a także badania dotyczące typów ogniw: 1. Ogniwo cylindryczne, 2. Ogniwo guzikowe, 3. Ogniwo pryzmatyczne i 4. Ogniwo kieszeniowe.
<b>Short description:</b>
Rechargeable batteries are considered are the most promising energy storage technique. This course give detailed understanding of primary and secondary batteries. Principle of rechargeable batteries charge-discharge mechanism, electrode materials, electrolyte, separator, and binder in terms of chemical engineering aspects. It will cover since basic principles of rechargeable batteries to present scenario of lithium and sodium ion batteries cathode and anode materials. The configuration and principle of Li-ion batteries and criteria of element selection for electrode materials, electrochemical potential of electrodes and need for additive and conductive carbons also included. Further, full cell fabrication problems and how to resolve the issue and study about cell types 1. Cylindrical cell, 2. Button cell, 3. Prismatic cell, and 4. Pouch cell.
<b>Opis:</b>
<b>Treści programowe</b> <b>Wykład</b> <b>CZĘŚĆ I: PODSTAWOWE POJĘCIA DOTYCZĄCE AKUMULATORÓW</b> Wprowadzenie pojęć: energii, jednostki energii, moc, emisja gazów cieplarnianych, ograniczanie emisji gazów cieplarnianych, ogólne zasady działania elektrochemicznych źródeł energii, komponenty ogniw i akumulatorów, klasyfikacja ogniw i akumulatorów, ogniwa lub baterie pierwotne, ogniwa lub baterie wtórne lub akumulatory  <b>CZĘŚĆ II: ZASADY ELEKTROCHEMICZNE I REAKCJE W AKUMULATORACH</b> Pary elektrochemiczne – potencjały elektrod, pojemność teoretyczna, napięcie teoretyczne, proces elektrodowy. Główne zagadnienia przy wyborze baterii – zalety i ograniczenia baterii. Główne systemy baterii – pierwotne, wtórne, rezerwowe – testowanie i ocena.

### CZĘŚĆ III: MATERIAŁY DO AKUMULATORÓW WTÓRNYCH

Historia rozwoju materiałów katodowych, przegląd materiałów katodowych, reakcja redoks materiałów katodowych, tryby awarii, różne zastosowania. Równanie Peukerta, wykres Ragone'a, Akumulatory wtórne – charakterystyka ogólna, budowa, zastosowania. Akumulatory cynkowo-węglowe, alkaliczne z dwutlenkiem manganu, akumulatory tlenkowo-srebrne, akumulatory metalowo-powietrzne. Kwasowo-ołowiowe, Ni-Fe, Ni-Cd.

### CZĘŚĆ IV: AKUMULATORY LITOWO-JONOWE

Ogólna charakterystyka akumulatorów litowo-jonowych, Główne materiały katodowe, Struktura i właściwości elektrochemiczne materiałów katodowych, Związki o strukturze warstwowej, Kompozyty spineli, Kompozyty oliwinowe, Typy ładowania i rozładowywania, kryteria doboru pierwiastków, Podstawy bezpieczeństwa akumulatorów, Historia rozwoju materiałów anodowych.

### CZĘŚĆ V: SPOIWA, ELEKTROLITY I SEPARATOR

Rodzaje spoiw – niezbędne właściwości spoiwa. Rodzaje elektrolitów, wymagania dotyczące elektrolitów ciekłych, Rodzaje i właściwości separatorów, Rozpuszczalniki.

#### Wykład

- **stacjonarne: 30 h**

**Liczba punktów ECTS: 2**

#### Description:

##### Lecture

##### UNIT I: BASIC CONCEPTS OF BATTERY

Introduction of energy, units of energy, power, Greenhouse gas emissions, greenhouse gas mitigation, General principles of electrochemical power sources, Components of cells and batteries, Classification of cells and batteries, Primary Cells or Batteries, Secondary or Rechargeable Cells or Batteries

##### UNIT II: ELECTROCHEMICAL PRINCIPLES AND REACTIONS OF BATTERIES

Electrochemical couples-electrode potentials, theoretical capacity, theoretical voltage, electrode process. Major considerations in selecting a battery-advantages & limitations of batteries. Major battery systems-primary, secondary, reserve-testing & evaluation.

##### UNIT III: MATERIALS FOR SECONDARY BATTERIES

Development History of Cathode Materials, Overview of Cathode Materials, Redox Reaction of Cathode Materials, Failure modes, different applications. Peukert equation, Ragone plot, Secondary batteries-general characteristics, construction, applications. Zinc carbon batteries, Alkaline manganese dioxide, Silver oxide batteries, metal-air batteries. Lead acid, Ni-Fe, Ni-Cd.

##### UNIT IV: LITHIUM ION BATTERIES

Lithium ion battery general characteristics, Major Cathode Materials, Structure and Electrochemical Properties of Cathode Materials, Layered Structure Compounds, Spinel Composites, Olivine Composites, Charging-discharging types, criteria of elemental selection, Basics of Battery Safety, Development History of Anode Materials.

##### UNIT V: BINDERS, ELECTROLYTES, AND SEPARATOR

Types of binder-necessary properties of binder. Types of electrolyte, requirements of liquid electrolytes, Types of separator and properties, Solvents.

#### Lecture:

- **full-time studies: 30 h**

**Number of ECTS credits: 2**

#### Literatura:

- (1) D. Linden and T. S. Reddy, "Handbook of Batteries," 3rd Edition, McGraw-Hill, 2002
- (2) G-A. Nazri and G. Pistoia, Lithium Batteries, Science and Technology, Springer US Publisher, 2003
- (3) H. A. Kiehne, "Battery Technology Handbook," Marcel Dekker, NYC, 2003.
- (4) C. Julien, A. Mauger, A. Vijn, K. Zaghib, "Lithium Batteries Science and Technology" Springer International, 2016.

(5) J-K. Park, Principles and Applications of Lithium Secondary batteries, Wiley-VCH 2012.

#### **Bibliography:**

(1) D. Linden and T. S. Reddy, "Handbook of Batteries," 3rd Edition, McGraw-Hill, 2002

(2) G-A. Nazri and G. Pistoia, Lithium Batteries, Science and Technology, Springer US Publisher, 2003

(3) H. A. Kiehne, "Battery Technology Handbook," Marcel Dekker, NYC, 2003.

(4) C. Julien, A. Mauger, A. Vijn, K. Zaghbi, "Lithium Batteries Science and Technology" Springer International, 2016.

(5) J-K. Park, Principles and Applications of Lithium Secondary batteries, Wiley-VCH 2012.

#### **Efekty uczenia się:**

Wiedza: zna i rozumie podstawowe problemy współczesnej cywilizacji w odniesieniu do osiągnięć nauki i Techniki.

Umiejętności: potrafi samodzielnie planować i realizować własne uczenie się przez całe życie.

Kompetencje społeczne: jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści, uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgnięcia opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu.

#### **Learning outcomes:**

Knowledge: knows and understands the basic problems of modern civilization in relation to the achievements of science and technology

Skills: is able to independently plan and implement his own lifelong learning

Social competence: is ready to critically evaluate the knowledge he possesses and the content he receives, to recognize the importance of knowledge in solving cognitive and practical problems, and to consult experts in case of difficulties in solving the problem independently.

#### **Metody i kryteria oceniania:**

Wykład

Zaliczenie w formie:

- test;
- raport na zadany temat;

Kryterium zaliczenia:

Ocena końcowa z przedmiotu jest wystawiana na podstawie dwóch ocen: oceny z testu i oceny z raportu na zadany temat. Ocena z raportu stanowi 40% oceny końcowej, ocena z testu stanowi 60% oceny końcowej.

#### **Assessment methods and assessment criteria:**

Lecture

Assessment in the form of:

- test;
- report on a given topic;

Passing criteria:

The final grade for the course is based on two assessments: the test grade and the report grade on the given topic. The report grade constitutes 40% of the final grade, and the test grade constitutes 60% of the final grade.

### **Dodatkowe informacje Element of course groups in various terms:**

Opis zajęć Course group description	
--	--

zajęcia z bazy UBZO <u>studia stacjonarne</u> stopień studiów – dowolny kierunek studiów – dowolny, semestr dowolny  elective courses <u>full-time studies</u> degree - any field of study - any semester - any	
cykl	2026/2027

*\*podkreślić właściwe*