

## Karta przedmiotu

|  |   |   |                        |              |  |            |       |
|--|---|---|------------------------|--------------|--|------------|-------|
| Nazwa i kod przedmiotu                   | MATERIAŁY URZĄDZEŃ DO GROMADZENIA I KONWERSJI ENERGII , PG_00043556   |   |                        |              |  |            |       |
| Kierunek studiów                         | Zielone technologie   |   |                        |              |  |            |       |
| Data rozpoczęcia studiów                 | październik 2024 r.   | Rok akademicki realizacji przedmiotu                      |                        |              | 2024/2025  |            |       |
| Poziom kształcenia                       | II stopnia  | Grupa zajęć   |                        |              | Grupa zajęć obowiązkowych z zakresu kierunku studiów |            |       |
| Forma studiów                            | stacjonarne   | Sposób realizacji   |                        |              | na uczelni   |            |       |
| Rok studiów                              | 1   | Język wykładowy   |                        |              | polski   |            |       |
| Semestr studiów                          | 1   | Liczba punktów ECTS                                       |                        |              | 2.0  |            |       |
| Profil kształcenia                       | ogólnoakademicki  | Forma zaliczenia  |                        |              | zaliczenie   |            |       |
| Jednostka prowadząca                     | Wydział Chemiczny -> Katedra Konwersji i Magazynowania Energii  |   |                        |              |  |            |       |
| Imię i nazwisko wykładowcy (wykładowców) | Odpowiedzialny za przedmiot   | dr hab. inż. Monika Wilamowska-Zawłocka                   |                        |              |  |            |       |
|  | Prowadzący zajęcia z przedmiotu   |   |                        |              |  |            |       |
| Formy zajęć i metody nauczania           | Forma zajęć   | Wykład  | Ćwiczenia              | Laboratorium | Projekt  | Seminarium | RAZEM |
|  | Liczba godzin zajęć   | 15.0  | 0.0                    | 0.0          | 15.0   | 0.0        | 30    |
|  | W tym liczba godzin zajęć na odległość: 0.0   |   |                        |              |  |            |       |
| Aktywność studenta i liczba godzin pracy | Aktywność studenta  | Udział w zajęciach dydaktycznych, objętych planem studiów | Udział w konsultacjach |              | Praca własna studenta                                |            | RAZEM |
|  | Liczba godzin pracy studenta  | 30  | 5.0                    |              | 15.0   |            | 50    |
| Cel przedmiotu                           | Zapoznanie z tematyką materiałów elektrodowych urządzeń t.j. ogniwa galwaniczne, kondensatory elektrochemiczne, urządzenia hybrydowe, ogniwa przepływowo, ogniwa fotochemiczne, ogniwa paliwowe. Omówienie właściwości fizykochemicznych oraz elektrochemicznych materiałów, m.in. różnego rodzaju materiałów węglowych (3D, 2D, 1D), półprzewodnikowych (m.in. tlenki metali przejściowych, siarczki, selenki), polimery przewodzące (tzw. metale syntetyczne). Omówienie elektrolitów stosowanych w urządzeniach do gromadzenia i konwersji energii: elektrolity wodne, aprotyczne, ciecze jonowe, elektrolity stałe. |   |                        |              |  |            |       |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| Efekty uczenia się przedmiotu  | Efekt kierunkowy  | Efekt z przedmiotu  | Sposób weryfikacji i oceny efektu   |
|  | [K7_W03] ma szczegółową wiedzę z zakresu podstaw teoretycznych metod i typów aparatów stosowanych w analizie zanieczyszczeń środowiska oraz technologii oczyszczania i neutralizacji odpadów przemysłowych oraz gospodarki wodno-ściekowej oraz projektowania i nadzorowania technologii przyjaznych dla środowiska   | Student ma wiedzę o problemach związanych z generowaniem i dystrybucją energii oraz o wynikających z nich stratach energii. Potrafi zaproponować rozwiązania dotyczące zrównoważonego wykorzystania energii oraz wykonać projekt instalacji technologicznej służącej konwertowaniu i magazynowaniu energii.               | [SW1] Ocena wiedzy faktograficznej  |
|  | [K7_K05] jest gotów wyjaśnić podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego oraz konieczność zarządzania zasobami własności intelektualnej, okazuje dbałość o prestiż związany z wykonywaniem zawodu i właściwie pojętą solidarność zawodową, okazuje szacunek innym osobom oraz troskę o ich dobro, rozumie potrzebę promowania, formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących działalności w zawodzie inżyniera, ma świadomość społecznej roli absolwenta uczelni technicznej.   | Student ma wiedzę o materiałach stosowanych w urządzeniach do magazynowania i konwersji energii. Na podstawie obliczeń i założeń potrafi dobrać odpowiednie materiały i oszacować gęstość energii oraz mocy magazynu energii do odpowiedniego źródła energii odnawialnej np. farmy wiatrowej czy ogniwa fotowoltaicznego. | [SK2] Ocena postępów pracy<br>[SK5] Ocena umiejętności rozwiązywania problemów występujących w praktyce |
| [K7_W01] ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie niektórych działów matematyki, obejmującą elementy matematyki stosowanej oraz metody optymalizacji w tym metody matematyczne, przydatną do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań z zakresu technologii ochrony środowiska oraz współczesnych metodach analitycznych | Student, na podstawie obliczeń, potrafi zaprojektować magazyny energii sprzężone z odnawialnymi źródłami energii oraz oszacować koszty ich budowy.  | [SW3] Ocena wiedzy zawartej w opracowaniu tekstowym i projektowym<br>[SW1] Ocena wiedzy faktograficznej   |   |
| Treści przedmiotu  | Na wykładach omawiane są materiały elektrodowe do urządzeń magazynujących i konwertujących energię t.j. ogniwa galwaniczne, kondensatory elektrochemiczne, urządzenia hybrydowe, ogniwa przepływowo, ogniwa fotochemiczne, ogniwa paliwowe. Omawiane materiały elektrodowe to m.in. różnego rodzaju materiały węglowe (3D, 2D, 1D), półprzewodnikowe (m.in. tlenki metali przejściowych, siarczki, selenki) oraz polimery przewodzące (tzw. metale syntetyczne). Dodatkowo omawiane są elektrolity oraz separatory stosowane w urządzeniach konwertujących i gromadzących energię. Dyskutowane są zależności pomiędzy właściwościami fizykochemicznymi omawianych materiałów a ich aktywnością elektrochemiczną oraz przydatnością do konkretnego typu urządzenia.<br>Na zajęciach projektowych student uczy się planować, obliczać i projektować magazyny energii współpracujące z odnawialnymi źródłami energii oraz akumulatory do samochodów elektrycznych, rowerów elektrycznych i tym podobnych urządzeń. |   |   |
| Wymagania wstępne i dodatkowe  | Znajomość podstaw elektrochemii, w tym znajomość:<br>- procesów zachodzących na elektrodach: reakcje faradajowskie, elektryczna warstwa podwójna<br>- podstaw kinetyki reakcji elektrodowych<br>- budowy ogniwa galwanicznego, kondensatora elektrochemicznego<br>- podstawowych technik pomiarowych t.j. voltamperometria cykliczna, chronopotencjometria, chronoamperometria  |   |   |
| Sposoby i kryteria oceniania osiągniętych efektów uczenia się  | Sposób oceniania (składowe)   | Próg zaliczeniowy   | Składowa oceny końcowej   |
|  | zaliczenie projektu   | 60.0%   | 45.0%   |
|  | pisemne zaliczenie wykładu  | 60.0%   | 55.0%   |

|   |   |  |
|---|---|--|
| Zalecana lista lektur   | Podstawowa lista lektur   | <p>[1] M. Armand, P. Axmann, D. Bresser, M. Copley, K. Edström, C. Ekberg, D. Guyomard, B. Lestriez, P. Novák, M. Petranikova, W. Porcher, S. Trabesinger, M. Wohlfahrt-Mehrens, H. Zhang, Lithium-ion batteries Current state of the art and anticipated developments, J. Power Sources. 479 (2020) 228708. doi:10.1016/j.jpowsour.2020.228708.</p> <p>[2] I. Hasa, S. Mariyappan, D. Saurel, P. Adelhelm, A.Y. Kozlov, C. Masquelier, L. Croguennec, M. Casas-Cabanas, Challenges of today for Na-based batteries of the future: From materials to cell metrics, J. Power Sources. 482 (2021) 228872. doi:10.1016/j.jpowsour.2020.228872.</p> <p>[3] B. Scrosati, J. Hassoun, Y.-K. Sun, Lithium-ion batteries. A look into the future, Energy Environ. Sci. 4 (2011) 32873295. doi:10.1039/c1ee01388b.</p> <p>[4] M. Armand, J.-M. Tarascon, Building better batteries., Nature. 451 (2008) 652657. doi:10.1038/451652a.</p> <p>[5] A Yolk-Shell Design for Stabilized and Scalable, Nano Lett. (2012). doi:10.1021/nl3014814.</p> <p>[6] D. Lin, Y. Liu, Y. Cui, Reviving the lithium metal anode for high-energy batteries, Nat. Nanotechnol. 12 (2017) 194206. doi:10.1038/nnano.2017.16.</p> <p>[7] M.A. Hannan, M.M. Hoque, A. Mohamed, A. Ayob, Review of energy storage systems for electric vehicle applications: Issues and challenges, Renew. Sustain. Energy Rev. 69 (2017) 771789. doi:10.1016/j.rser.2016.11.171.</p> <p>[8] J. Ajuria, E. Redondo, M. Arnaiz, R. Mysyk, T. Rojo, E. Goikolea, Lithium and sodium ion capacitors with high energy and power densities based on carbons from recycled olive pits, J. Power Sources. 359 (2017) 1726. doi:10.1016/j.jpowsour.2017.04.107.</p> <p>[9] T. Brousse, D. Belanger, J.W. Long, To Be or Not To Be Pseudocapacitive?, J. Electrochem. Soc. 162 (2015) A5185A5189. doi:10.1149/2.0201505jes.</p> |
|   | Uzupełniająca lista lektur  | <p>[1] T. Chen, L. Dai, Flexible supercapacitors based on carbon nanomaterials, J. Mater. Chem. A. 2 (2014) 10756. doi:10.1039/c4ta00567h.</p> <p>[2] K. Fic, G. Lota, M. Meller, E. Frackowiak, Novel insight into neutral medium as electrolyte for high-voltage supercapacitors, Energy Environ. Sci. 5 (2012) 5842. doi:10.1039/c1ee02262h.</p> <p>[3] E. Frackowiak, Carbon materials for supercapacitor application., Phys. Chem. Chem. Phys. 9 (2007) 177485. doi:10.1039/b618139m.</p> <p>[4] S. Nowak, M. Winter, Elemental Analysis of Lithium Ion Batteries, J. Anal. At. Spectrom. 00 (2017) 115. doi:10.1039/C7JA00073A.</p>  |
|   | Adresy eZasobów   | Adresy na platformie eNauczanie:   |
| Przykładowe zagadnienia/<br>przykładowe pytania/<br>realizowane zadania | <p>1) Podaj trzy rodzaje materiałów elektrodowych, które mogą być używane w ogniwach galwanicznych. Podaj przykład każdego z nich.</p> <p>2) Wyjaśnij co to jest ogniwo przepływowe. W jaki sposób można zwiększyć moc tego urządzenia oraz ilość gromadzonej przez nie energii?</p> <p>3) Wyjaśnij co to jest elektryczna warstwa podwójna. Gdzie to zjawisko jest wykorzystywane.</p> |  |
| Praktyki zawodowe<br>w ramach przedmiotu                                | Nie dotyczy   |  |