

## SYLABUS

DOTYCZY CYKLU KSZTAŁCENIA ..2025-2029...

(skrajne daty)

Rok akademicki 2027/2028

### 1. PODSTAWOWE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|                                                       |                                                                        |
|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Nazwa przedmiotu                                      | Nanomateriały w technologii wodorowej                                  |
| Kod przedmiotu*                                       |                                                                        |
| nazwa jednostki prowadzącej kierunek                  | Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych                                   |
| Nazwa jednostki realizującej przedmiot                | Wydział Nauk Ścisłych i Technicznych, Instytut Inżynierii materiałowej |
| Kierunek studiów                                      | Nanotechnologia                                                        |
| Poziom studiów                                        | studia pierwszego stopnia                                              |
| Profil                                                | ogólnoakademicki                                                       |
| Forma studiów                                         | studia stacjonarne                                                     |
| Rok i semestr/y studiów                               | III rok/ VI semestr                                                    |
| Rodzaj przedmiotu                                     | Ścieżka kształcenia w zakresie: Materiały dla ekoenergetyki            |
| Język wykładowy                                       | Język polski                                                           |
| Koordinator                                           | dr hab. prof. UR Ireneusz Stefaniuk                                    |
| Imię i nazwisko osoby prowadzącej / osób prowadzących | dr hab. prof. UR Ireneusz Stefaniuk                                    |

\* -opcjonalnie, zgodnie z ustaleniami w Jednostce

#### 1.1. Formy zajęć dydaktycznych, wymiar godzin i punktów ECTS

| Semestr (nr) | Wykł. | Ćw. | Konw. | Lab. | Sem. | ZP | Prakt. | Inne (jakie?) | Liczba pkt. ECTS |
|--------------|-------|-----|-------|------|------|----|--------|---------------|------------------|
| VI           | 15    |     |       | 15   |      | 15 |        |               | 4                |

#### 1.2. Sposób realizacji zajęć

☐ zajęcia w formie tradycyjnej

☐ zajęcia realizowane z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość

#### 1.3 Forma zaliczenia przedmiotu (z toku) (egzamin, zaliczenie z oceną, zaliczenie bez oceny)

WYKŁAD: EGZAMIN, LABORATORIUM: ZALICZENIE Z OCENĄ, ZP: ZALICZENIE Z OCENĄ

### 2. WYMAGANIA WSTĘPNE

|                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| Podstawowe wiadomości z fizyki, chemii, materiałów inżynierskich i nanotechnologii |
|------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. CELE, EFEKTY UCZENIA SIĘ, TREŚCI PROGRAMOWE I STOSOWANE METODY DYDAKTYCZNE

#### 3.1 Cele przedmiotu

|                |                                                                                           |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| C <sub>1</sub> | Zapoznanie studentów z możliwościami wykorzystania wodoru jako źródła energii             |
| C <sub>2</sub> | Zapoznanie studentów z materiałami i nanomateriałami stosowanymi do przechowywania wodoru |

#### 3.2 Efekty uczenia się dla przedmiotu

| EK (efekt uczenia się) | Treść efektu uczenia się zdefiniowanego dla przedmiotu                                                                                                | Odniesienie do efektów kierunkowych <sup>1</sup> |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| EK_01                  | Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie podstaw fizyki atomowej i ciała stałego, z elementami fizyki współczesnej                                          | K_Wo2                                            |
| EK_02                  | Ma wiedzę w zakresie chemii organicznej i nieorganicznej, budowy materii, fizyki chemicznej dotyczącą technik wodorowych                              | K_Wo3                                            |
| EK_03                  | Potrafi wykorzystać poznane modele teoretyczne do analizy zagadnień dotyczących technik wodorowych                                                    | K_Uo6                                            |
| EK_04                  | Potrafi przewidywać i oceniać potencjalne zagrożenia związane techniką wodorową i wykorzystywanymi materiałami w tej technice                         | K_Uo8                                            |
| EK_05                  | Potrafi przedstawić konsekwencje wykorzystania nanotechnologii w materiałach dla technologii wodorowej w życiu codziennym                             | K_Ko3                                            |
| EK_06                  | Potrafi przekazywać społeczeństwu informacje o pozytywnych i negatywnych aspektach materiałów (nanomateriałów) stosowanych w technologiach wodorowych | K_Ko4                                            |

#### 3.3 Treści programowe

##### A. Problematyka wykładu

| Treści merytoryczne                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wodór, własności fizyczne, zastosowania. Tradycyjne metody otrzymywania wodoru.<br>Nowoczesne metody otrzymywania wodoru.<br>Wymagania dla materiałów do magazynowania wodoru: warstwy, nanomateriały i tradycyjne materiały służące jako zbiorniki wodoru. |

<sup>1</sup> W przypadku ścieżki kształcenia prowadzącej do uzyskania kwalifikacji nauczycielskich uwzględnić również efekty uczenia się ze standardów kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela.

Metody magazynowania wodoru:

- konwencjonalne magazynowanie: zbiorniki na ciekły wodór, zbiorniki na wodór gazowy
- niekonwencjonalne metody magazynowania wodoru : absorpcja i desorpcja wodoru w nanomateriałach cienkowarstwowych na bazie magnezu, Wodorki i borowodorki metali , wiązanie wodoru w stopach metali , wiązanie wodoru w związkach kompleksowych, nanomateriały

Wykorzystanie wodoru: ogniwa paliwowe, tradycyjne silniki spalinowe. Wymagania materiałowe.

Zagrożenia związane z wodorem

## B. Problematyka ćwiczeń, konwersatoriów, laboratoriów, zajęć praktycznych

| Treści merytoryczne                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Otrzymywanie wodoru poprzez elektrolizę wody.</p> <p>Modelowanie materiałów do przechowywania wodoru.</p> <p>Metaliczne nanomateriały odwracalnie absorbujące wodór.</p> <p>Pożądane parametry magazynowania wodoru</p> <p>Wodorki metali i ich zastosowania</p> |

### 3.4 Metody dydaktyczne

Np.:

*Wykład: wykład problemowy, wykład z prezentacją multimedialną, metody kształcenia na odległość*

*Ćwiczenia: analiza tekstów z dyskusją, metoda projektów (projekt badawczy, wdrożeniowy, praktyczny), praca w grupach (rozwiązywanie zadań, dyskusja), gry dydaktyczne, metody kształcenia na odległość*

*Laboratorium: wykonywanie doświadczeń, projektowanie doświadczeń*

wykład z prezentacją multimedialną uzupełniany e- learningiem, wykonywanie doświadczeń, zajęcia w grupach, wykonanie projektu

## 4. METODY I KRYTERIA OCENY

### 4.1 Sposoby weryfikacji efektów uczenia się

| Symbol efektu | Metody oceny efektów uczenia się<br>(np.: kolokwium, egzamin ustny, egzamin pisemny, projekt, sprawozdanie, obserwacja w trakcie zajęć) | Forma zajęć dydaktycznych<br>(w, ćw, ...) |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| EK_01         | kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć                                                                                                   | Lab. w. proj.                             |
| EK_02         | kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć                                                                                                   | Lab. w. proj.                             |

|       |                                       |               |
|-------|---------------------------------------|---------------|
| EK_03 | kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć | Lab. w. proj. |
| EK_04 | kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć | Lab. w. proj. |
| EK_05 | kolokwium, obserwacja w trakcie zajęć | Lab. w. proj. |
| EK_06 | obserwacja w trakcie zajęć            | Lab. w. proj. |

#### 4.2 Warunki zaliczenia przedmiotu (kryteria oceniania)

##### **Wykład:**

Forma zaliczenia: egzamin

1. Do egzaminu można przystąpić po uzyskaniu zaliczenia z laboratorium.
2. Egzamin jest egzaminem pisemnym: testowy, testy wielokrotnego wyboru i z pytaniami otwartymi. Egzamin poprawkowy jest egzaminem ustnym, w którym zdający losuje zestaw trzech pytań z zagadnieniami podanymi w programie wykładu.

##### **Laboratorium:**

Forma zaliczenia: zaliczenie z oceną

Warunkiem zaliczenia jest zaliczenie teorii i wykonanie sprawozdań z 7 ćwiczeń oraz zaliczenie sprawdzianu praktycznego.

Zaliczenie przedmiotu potwierdzi stopień osiągnięcia przez studenta zakładanych efektów kształcenia. Weryfikacja osiąganych efektów kształcenia kontrolowana jest na bieżąco w trakcie realizacji zajęć. Ocena uzyskana z zaliczenia przedmiotu pozwoli ocenić stopień osiągniętych efektów.

Projekt: zaliczenie z oceną

Warunkiem zaliczenia jest wykonanie projektu

dost. (51 - 60)% pkt,  
+dost. (61 - 70)% pkt,  
dobry (71 - 80)% pkt,  
+dobry (81 - 90)% pkt,  
bardzo dobry (91 - 100)% pkt.

#### 5. CAŁKOWITY NAKŁAD PRACY STUDENTA POTRZEBNY DO OSIĄGNIĘCIA ZAŁOŻONYCH EFEKTÓW W GODZINACH ORAZ PUNKTACH ECTS

| Forma aktywności                                                                                          | Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Godziny z harmonogramu studiów                                                                            | 45                                                |
| Inne z udziałem nauczyciela akademickiego (udział w konsultacjach, egzaminie)                             | 2                                                 |
| Godziny niekontaktowe – praca własna studenta (przygotowanie do zajęć, egzaminu, napisanie referatu itp.) | 53                                                |
| SUMA GODZIN                                                                                               | 100                                               |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS</b>                                                                     | <b>4</b>                                          |

*\* Należy uwzględnić, że 1 pkt ECTS odpowiada 25-30 godzin całkowitego nakładu pracy studenta.*

## 6. PRAKTYKI ZAWODOWE W RAMACH PRZEDMIOTU

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| wymiar godzinowy                 | - |
| zasady i formy odbywania praktyk | - |

## 7. LITERATURA

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Literatura podstawowa:<br>1. Pigoń K., Ruziewicz Z., Chemia fizyczna. Tom 1. Podstawy Fenomenologiczne, Warszawa 2005<br>2. Paweł Jan Nowacki. Wodór jako nowy nośnik energii. Wszechnica Polskiej Akademii Nauk. - Zakł. Nar. im. Ossolińskich, Wrocław 1983.<br>3. Tadeusz J. Chmielniak: Ognia paliwowe w układach energetycznych małej mocy. W: Kogeneracja w energetyce przemysłowej i komunalnej                                                                                                                                                     |
| Literatura uzupełniająca:<br>1. Szlachta J. (red.) Niekonwencjonalne źródła energii, Wyd. AXA, 2009.<br>2. G. Demusiak, Otrzymywanie paliwa wodorowego metodą reformowania gazu ziemnego dla ogniw paliwowych małej mocy, Nafta-Gaz, 2012, 10, 661–673.<br>3. K. Urbaniec, R. Grabarczyk, Kierunki badań nad wykorzystaniem biomasy do otrzymywania wodoru, Przemysł Chemiczny, 2005, 84, 836–838.<br>4. I. Krzemińska, E. Kwietniewska, Procesy biologicznej produkcji wodoru, Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe, 2011, 10, 271–275. |

Akceptacja Kierownika Jednostki lub osoby upoważnionej

