

WYDZIAŁ Podstawowych Problemów Techniki	
<b>KARTA PRZEDMIOTU</b>	
Nazwa w języku polskim	<b>Termodynamika i otrzymywanie nanomateriałów</b>
Nazwa w języku angielskim	<b>Thermodynamics and nanomaterials fabrication</b>
Kierunek studiów (jeśli dotyczy):	<b>Fizyka Techniczna</b>
Specjalność (jeśli dotyczy):	<b>Nanoinżynieria</b>
Stopień studiów i forma:	<b>I/ II stopień*, stacjonarna / niestacjonarna*</b>
Rodzaj przedmiotu:	<b>obowiązkowy / wybieralny / ogólnouczelniany *</b>
Kod przedmiotu	<b>FZP003063W i FZP003063P</b>
Grupa kursów	<b>TAK / NIE*</b>

	Wykład	Ćwiczenia	Laboratorium	Projekt	Seminarium
Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU)	15			15	
Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS)	30			60	
Forma zaliczenia	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*	Egzamin / zaliczenie na ocenę*
Dla grupy kursów zaznaczyć kurs końcowy (X)					
Liczba punktów ECTS	<b>1</b>			<b>2</b>	
w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P)				2	
w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK)	1			1,2	

\*niepotrzebne skreślić

#### WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Podstawy chemii ogólnej
2. Chemia fizyczna
3. Nanostruktury i nanokryształy półprzewodnikowe

#### CEL PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy z wybranych działów termodynamiki i syntezy nanomateriałów, uwzględniając jej aspekty aplikacyjne.
- C2. Zapoznanie z dobrą praktyką laboratoryjną
- C3. Praktyczna nauka metod syntezy nanokryształów metodami mokrej chemii
- C4. Nauka przygotowania próbek koloidalnych nanokryształów do pomiarów spektroskopii optycznej, samodzielnego przeprowadzenia podstawowych pomiarów oraz analizy uzyskanych danych pozwalającej na wyznaczenie kinetyki reakcji.

C5. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów. Odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie

## PRZEDMIOTOWE EFEKTY KSZTAŁCENIA

Student

### I. Z zakresu wiedzy:

PEK\_W01 – ma podstawową wiedzę na temat współczesnych materiałów stosowanych w nanoinżynierii, ich właściwości oraz zastosowań

PEK\_W02 – posiada wiedzę z zakresu: podstaw termodynamiki materiałów

PEK\_W03 – posiada wiedzę z zakresu: wytwarzania koloidalnych nanokryształów

PEK\_W04 – posiada wiedzę z zakresu: kinetyki wzrostu nanokryształów

PEK\_W05 – posiada wiedzę z zakresu: przemian fazowych, stanów równowagowych i dyfuzji w ciałach stałych

PEK\_W06 – posiada wiedzę z zakresu: samoorganizacji nanokryształów

PEK\_W07 – posiada wiedzę z zakresu: technik badawczych kinetyki i termodynamiki reakcji chemicznych

PEK\_W08 – posiada wiedzę z zakresu: BHP i pracy w laboratorium

PEK\_W09 – zna metody wykonywania syntez i pomiarów spektroskopowych dla koloidalnych nanokryształów półprzewodnikowych

PEK\_W10 – zna metodę układania/samoporzędkowania nanokryształów

PEK\_W11 – zna metody opracowania danych eksperymentalnych

### II. Z zakresu umiejętności:

PEK\_U01 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu: podstaw termodynamiki materiałów

PEK\_U02 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu: wytwarzania koloidalnych nanokryształów

PEK\_U03 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu: kinetyki wzrostu nanokryształów

PEK\_U04 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu: przemian fazowych, stanów równowagowych i dyfuzji w ciałach stałych

PEK\_U05 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu: samoorganizacji nanokryształów

PEK\_U06 – potrafi zastosować wiedzę z zakresu: technik badawczych kinetyki i termodynamiki reakcji chemicznych

PEK\_U07 – potrafi opracować szczegółową dokumentację wyników prowadzonych badań, realizacji eksperymentu lub zadania projektowego; potrafi przygotować opracowania zawierające omówienie tych wyników

### III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK\_K01 – rozumienia konieczności samokształcenia, w tym poprawiania umiejętności koncentracji uwagi i skupienia się na rzeczach istotnych oraz rozwijania zdolności do samodzielnego stosowania posiadanej wiedzy i umiejętności,

PEK\_K02 – wpływu odkryć i osiągnięć fizyki na postęp techniczny, społeczny i ochronę środowiska poprzez otwartość na wiedzę i ciekawość odnoszącą się do osiągnięć naukowych i zaawansowanych technologii,

PEK\_K03 – zespołowej współpracy dotyczącej doskonalenia metod wyboru strategii mającej

na celu optymalne rozwiązywanie powierzonych grupie problemów,  
 PEK\_K04 ma świadomość odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań,  
 eksperymentów lub obserwacji i jest świadom własnych ograniczeń i wie, kiedy  
 zwrócić się do ekspertów  
 PEK\_K05 – myślenia niezależnego i twórczego  
 PEK\_K06 – obiektywnego oceniania argumentów, racjonalnego tłumaczenia i uzasadniania  
 własnego punktu widzenia z wykorzystaniem posiadanej wiedzy

### TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć - wykład		Liczba godzin
Wy1	Podstawowe prawa termodynamiki	2
Wy2	Termodynamika statystyczna dla gazu idealnego i kryształu	1
Wy3	Metody syntezy koloidalnych nanokryształów	2
Wy4	Modele kinetyczne wzrostu nanokryształów	1
Wy5	Termodynamiczne parametry syntezy	1
Wy6	Metody badawcze kinetyki i termodynamiki reakcji chemicznych	2
Wy7	Przemiany fazowe	1
Wy8	Dyfuzja w nanomateriałach	1
Wy9	Stany równowagowe w roztworach ciała stałego	1
Wy10	Powierzchnia i interfejs nanomateriałów	1
Wy11	Samoorganizacja nanokryształów w makroskali	2
	Suma godzin	<b>15</b>

Forma zajęć - projekt		Liczba godzin
P1	Omówienie zasad BHP i zasad pracy na stanowiskach laboratoryjnych	3
P2	Synteza nanokryształów półprzewodnikowych	4
P3	Pomiary zsyntezowanych nanokryształów – analiza kinetyki reakcji	4
P4	Samoorganizacja nanokryształów - przygotowanie i pomiary próbek nanokrystalicznych	4
	Suma godzin	<b>15</b>

### STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji, slajdów, demonstracji i pokazów praw/zjawisk fizyko-chemicznych  
 N2. Praca własna – przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych  
 N3. Ćwiczenia laboratoryjne – dyskusja sposobów przeprowadzenia syntez, wykonania pomiarów, opracowania wyników oraz szacowania niepewności pomiarowych, ocena sprawozdań/raportów  
 N4. Praca własna – wykonanie zadań w laboratorium pod opieką prowadzącego  
 N5. Praca własna – samodzielne pisanie raportów  
 N6. Praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do zaliczenia końcowego  
 N7. Konsultacje  
 N8. Dyskusja raportów

**OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW KSZTAŁCENIA**

Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru))	Numer efektu kształcenia	Sposób oceny osiągnięcia efektu kształcenia
F1 (projekt)	PEK_W08-10, PEK_U07 PEK_K03-06	Ocena i omawianie raportu
F2 (wykład)	PEK_W01-07, PEK_U01-06, PEK_K01-02	Kolokwium końcowe
P = F2		

**LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA**

**LITERATURA PODSTAWOWA:**

- [1] P. W. Atkins, *Chemia Fizyczna* (2012)
- [2] ed. H. L. Tullerh, *Nanocrystalline metals and oxides: Selected Properties and Applications* (2002)
- [3] V. I. Klimov, *Nanocrystal Quantum Dots* (2010)
- [4] K. D. Sattler, *Handbook of nanophysics. 3, Nanoparticles and quantum dots* (2010)
- [5] C. N. R. Rao, G. U. Kulkarni, P. J. Thomas, *Nanocrystals: Synthesis, Properties and Applications* (2007)

**LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA:**

- [1] Gerasimos Konstantatos et al., *Colloidal Quantum Dot Optoelectronics and Photovoltaics* (2013)
- [2] J. W. Mullin, *Crystallization* (2001)

**OPIEKUN PRZEDMIOTU (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)**

dr Mateusz Bański, [mateusz.banski@pwr.edu.pl](mailto:mateusz.banski@pwr.edu.pl)  
dr hab. Artur Podhorodecki, [artur.p.podhorodecki@pwr.edu.pl](mailto:artur.p.podhorodecki@pwr.edu.pl)

**MACIERZ POWIĄZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA DLA PRZEDMIOTU**  
**Termodynamika i otrzymywanie nanomateriałów**  
**Z EFEKTAMI KSZTAŁCENIA NA KIERUNKU Fizyka Techniczna**  
**I SPECJALNOŚCI Nanoinżynieria**

<b>Przedmiotowy efekt kształcenia</b>	<b>Odniesienie przedmiotowego efektu do efektów kształcenia zdefiniowanych dla kierunku studiów i specjalności (o ile dotyczy)**</b>	<b>Cele przedmiotu***</b>	<b>Treści programowe***</b>	<b>Numer narzędzia dydaktycznego***</b>
<b>PEK_W01-07 (wiedza)</b>	K2FTE_W16_S1NIN	C1	Wy1-Wy11	N1, N6, N7
<b>PEK_W08-11 (wiedza)</b>	K2FTE_W16_S1NIN	C2-C5	P1-P4	N2-5, N7-8
<b>PEK_U01-07 (umiejętności)</b>	K2FTE_U03	C1-C5	Wy1-Wy11 P1-P3	N1-N8
<b>PEK_K01-06 (kompetencje)</b>	K2FTE_K07	C1-C5	Wy1-Wy11 P1-P3	N1-N8

\*\* - wpisać symbole kierunkowych/specjalnościowych efektów kształcenia

\*\*\* - z tabeli powyżej