

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2015/2016

Wydział Inżynierii i Technologii Chemicznej

Kierunek studiów: Technologia Chemiczna

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: T

Stopień studiów: I

Specjalności: Analityka Przemysłowa i Środowiskowa, Lekka Technologia Organiczna, Technologia Polimerów, Technologie Środowiska i Gospodarka Odpadami

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	ST-1_37zd Nowoczesne materiały nanostrukturalne jako katal w proc chem przyjaznych środowisku
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	
KOD PRZEDMIOTU	WITCh TCH oIS C1 15/16
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	2.00
SEMESTRY	4

### 2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁADY	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTEROWE	PROJEKT	SEMINARIUM
4	30	0	0	0	0	0

### 3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Przekazanie wiedzy na temat metod syntezy i charakterystyki fizykochemicznej nanomateriałów posiadających użyteczne właściwości katalityczne.

**Cel 2** Przedstawienie zastosowań nanomateriałów jako nowych efektywnych katalizatorów dla procesów komercyjnych oraz nowych procesów będących na etapie badań laboratoryjnych.

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

1 Zaliczony kurs podstawowy z chemii fizycznej i chemii ogólnej oraz technologii chemicznej organicznej i nieorganicznej.

#### 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Ma wiedzę z dziedziny katalizy oraz ugruntowaną wiedzę z zakresu fizykochemii nanomateriałów katalitycznych.

**EK2 Wiedza** Ma wiedzę z zakresu syntezy i zastosowań nanomateriałów w procesach katalitycznych.

**EK3 Wiedza** Ma wiedzę z zakresu technik oraz metod identyfikacji i charakterystyki nanocząstek i nanoporowatych materiałów.

**EK4 Umiejętności** Potrafi przygotowywać i przedstawić prezentację ustną w języku polskim i w języku angielskim, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu nanomateriałów dla celów katalitycznych.

#### 6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W1</b>	Część organizacyjna. Zaznajomienie studenta ze sposobem uzyskania zaliczenia, wymaganiami i terminami realizacji poszczególnych etapów zajęć.	0.5
<b>W2</b>	Podstawowe pojęcia dotyczące procesów katalitycznych. Zjawisko katalizy, definicja katalizatora, sposobu pomiaru właściwości katalitycznych, definicja aktywności, selektywności i wydajności. Stabilność pracy katalizatora	1.5
<b>W3</b>	Nanomateriały, podstawowe definicje i podział w katalizie. Istota skali "nano" w procesach katalitycznych.	2
<b>W4</b>	Metody syntezy nanocząstek. Chemiczne i fotochemiczne sposoby otrzymywania jednorodnych nanomateriałów metalicznych i tlenkowych. Dobór metody preparatyki a wielkość uzyskanych nanocząstek.	5
<b>W5</b>	Metoda syntezy nanoporowatych materiałów krzemionkowych, węglowych, innych tlenków i polimerowych. Zastosowania miękkiego i twardego odwzorowania szablonów kształtotwórczych wady i zalety. Główne czynniki stosowane jako szablony kształtotwórcze. Wpływ warunków syntezy na kształt i wielkość porów. Stabilność hydrotermalna i reaktywność - kryteria przydatności.	5
<b>W6</b>	Fizykochemiczne metody charakteryzacji stosowane w badaniach struktury, tekstury, składu chemicznego i fazowego nanomateriałów.	3
<b>W7</b>	Zastosowania nanomateriałów jako nowych efektywnych katalizatorów w obecnie funkcjonujących procesach chemicznych: Potencjalne wady i zalety.	4

WYKŁADY		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
<b>W8</b>	Zastosowanie nanocząstek metali w procesach katalitycznych. Wpływ wielkości cząstki na właściwości katalityczne. Właściwości nanocząstek osadzonych na nośnikach mezoporowatych.	2
<b>W9</b>	Metody syntezy mikroporowatych materiałów krzemionkowych i glino-krzemianowych. Modyfikacja celem uzyskania pożądanych właściwości kwasowo-zasadowych lub/i redoksoowych.	2
<b>W10</b>	Kształtoselektywność i aktywność mikroporowatych materiałów w procesach izomeryzacji węglowodorów. Wpływ właściwości kwasowo-zasadowych oraz kształtu i wielkości porów.	2
<b>W11</b>	Nanocząstki jak katalizatory w nowych procesach chemicznych.	1
<b>W12</b>	Materiały hybrydowe w stereoselektywnej syntezie organicznej.	1
<b>W13</b>	Nanocząstki w procesach fotokatalitycznych.	1

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Dyskusja

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
<b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>	
Godziny wynikające z planu studiów	30
Konsultacje przedmiotowe	30
Egzaminy i zaliczenia w sesji	5
<b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b>	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	31
Opracowanie wyników	10
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
<b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>	<b>106</b>
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	2.00

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Test

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Test

### KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Nie posiada wiedzy podstawowej z zakresu chemii fizycznej i ogólnej. Nie rozumie zjawisk fizykochemicznych zachodzących w trakcie procesów katalitycznych. Nie potrafi zdefiniować roli katalizatora, podziału katalizatorów, podstawowych wielkości charakteryzujących właściwości katalityczne materiałów. Nie podstawowych pojęć dotyczących nanomateriałów. Nie zna metod ich syntezy i charakterystyki fizykochemicznej.

NA OCENĘ 3.0	Posiada podstawową wiedzę z zakresu chemii fizycznej i ogólnej. Rozumie zjawiska fizykochemiczne, które zachodzą w trakcie procesów katalitycznych. Potrafi dokonać podziału katalizatorów i zdefiniować podstawowe wielkości charakteryzujące właściwości katalityczne materiałów. Zna ogólnie definicje i pojęcia dotyczące nanomateriałów. Pobieżnie zna metod ich syntezy i zastosowania katalityczne.
NA OCENĘ 3.5	Posiada ugruntowaną wiedzę z zakresu chemii fizycznej i ogólnej. Rozumie zjawiska fizykochemiczne, które zachodzą w trakcie procesów katalitycznych. Posiada ogólną wiedzę na temat elementarnych etapów procesów katalitycznych. Potrafi dokonać podziału katalizatorów i zdefiniować podstawowe wielkości charakteryzujących właściwości katalityczne materiałów. Zna definicje i podstawowe pojęcia dotyczące nanomateriałów. Zna najważniejsze metody ich syntezy i zastosowania katalityczne w procesach.
NA OCENĘ 4.0	Posiada ugruntowaną wiedzę z zakresu chemii fizycznej i ogólnej oraz podstawową wiedzę z zakresu technologii chemicznej organicznej i nieorganicznej. Rozumie zjawiska fizykochemiczne, które zachodzą w trakcie procesów katalitycznych. Zna elementarnych etapów procesów katalitycznych. Potrafi dokonać podziału katalizatorów i zdefiniować podstawowe wielkości charakteryzujących właściwości katalityczne materiałów. Zna definicje i podstawowe pojęcia dotyczące nanomateriałów. Zna najważniejsze metody syntezy nanocząstek i nanoporowatych materiałów. W ograniczonym stopniu potrafi zaproponować metody ich otrzymania.
NA OCENĘ 4.5	Posiada ugruntowaną wiedzę z zakresu chemii fizycznej i ogólnej oraz podstaw technologii chemicznej organicznej i nieorganicznej. Rozumie zjawiska fizykochemiczne, które zachodzą w trakcie procesów katalitycznych. Potrafi dokonać podziału katalizatorów i zdefiniować podstawowe wielkości charakteryzujących właściwości katalityczne materiałów. Zna elementarnych etapów procesów katalitycznych homogenicznych i heterogenicznych. Zna definicje i podstawowe pojęcia dotyczące nanomateriałów. Zna obecnie stosowane metody syntezy nanocząstek i nanoporowatych materiałów. Potrafi zaproponować metody syntezy nanocząstek i nanoporowatych materiałów. Zna chemiczne i fizyczne metody kontrolowania wielkości i kształtu nanocząstki.
NA OCENĘ 5.0	Posiada ugruntowaną wiedzę z zakresu chemii fizycznej i ogólnej oraz podstaw technologii chemicznej organicznej i nieorganicznej. Rozumie zjawiska fizykochemiczne, które zachodzą w trakcie procesów katalitycznych. Potrafi dokonać podziału katalizatorów i zdefiniować podstawowe wielkości charakteryzujących właściwości katalityczne materiałów. Zna elementarnych etapów procesów katalitycznych homogenicznych i heterogenicznych. Zna definicje i podstawowe pojęcia dotyczące nanomateriałów. Zna obecnie stosowane metody syntezy nanocząstek i nanoporowatych materiałów. Potrafi zaproponować metody syntezy konkretnego nanomateriału katalitycznego dla konkretnego procesu podanego przez prowadzącego. Potrafi wyjaśnić z punktu fizykochemicznego każdy etap zaproponowanej metody syntezy. Zna metody kontroli wielkości i kształtu nanocząstek oraz kształtu porów nanoporowatych materiałów.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Nie potrafi przedstawić i opisać katalizatora dla żadnego przemysłowego procesu. Nie posiada wiedzy na temat katalitycznych zastosowań nanocząstek w procesach katalitycznych.

NA OCENĘ 3.0	Potrafi wymienić najważniejsze grupy katalizatorów stosowanych w praktyce przemysłowej. Zna wybrane zastosowania nanocząstek w procesach katalitycznych. Posiada wiedzę ogólną na temat reakcji katalizowanych przez nanomateriały.
NA OCENĘ 3.5	Potrafi opisać najważniejsze grupy katalizatorów stosowanych w praktyce przemysłowej. Zna najważniejsze zastosowania nanomateriałów w procesach katalitycznych. Posiada wiedzę ogólną na temat reakcji katalizowanych przez nanomateriały. Potrafi przedstawić mechanizm wybranych z udziałem katalizatora ze wskazaniem etapu limitującego szybkość procesu.
NA OCENĘ 4.0	Potrafi sklasyfikować i opisać katalizatory przemysłowe. Zna większość zastosowań nanomateriałów w procesach katalitycznych. Posiada wiedzę na temat reakcji katalizowanych przez nanomateriały. Potrafi przedstawić mechanizm wybranych z udziałem katalizatora ze wskazaniem etapu limitującego szybkość procesu. Potrafi zaproponować i opisać nowy proces, w którym jako katalizatory mogą być użyte nanomateriały. Posiada wiedzę na temat kształtoselektywności materiałów nanoporowatych.
NA OCENĘ 4.5	Potrafi sklasyfikować i opisać katalizatory przemysłowe. Zna większość zastosowań nanomateriałów w procesach katalitycznych. Posiada wiedzę na temat reakcji katalizowanych przez nanomateriały. Potrafi przedstawić mechanizm wybranych z udziałem katalizatora ze wskazaniem etapu limitującego szybkość procesu. Potrafi zaproponować i opisać nowy proces, w którym jako katalizatory mogą być użyte nanomateriały. Posiada wiedzę na temat zależności pomiędzy budową nanoporowatego materiału a jego kształtoselektywnością. Potrafi wymienić najważniejsze procesy przemysłowe, w których wykorzystywane jest zjawisko kształtoselektywności katalizatora. Potrafi sklasyfikować nanoporowate materiały ze względu na budowę i kształt kanałów. Zna obecne kierunki zastosowań nanomateriałów w procesach fotokatalitycznych.
NA OCENĘ 5.0	Potrafi sklasyfikować i opisać katalizatory przemysłowe. Zna zastosowania nanomateriałów w procesach katalitycznych. Posiada wiedzę na temat reakcji katalizowanych przez nanomateriały. Potrafi przedstawić mechanizm wskazanych reakcji z udziałem katalizatora ze wskazaniem etapu limitującego szybkość procesu. Potrafi zaproponować i opisać nowy proces, w którym jako katalizatory mogą być użyte nanomateriały. Posiada wiedzę na temat zależności pomiędzy budową nanoporowatego materiału a jego kształtoselektywnością. Potrafi wymienić najważniejsze procesy przemysłowe, w których wykorzystywane jest zjawisko kształtoselektywności katalizatora. Potrafi sklasyfikować nanoporowate materiały ze względu na budowę i kształt kanałów. Zna obecne nowe kierunki zastosowań nanomateriałów, np w procesach fotokatalitycznych i stereoselektywnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Nie posiada wiedzy podstawowej z zakresu chemii fizycznej i ogólnej umożliwiającej zrozumienie zasady działania aparatury służącej do badań fizykochemicznych nanomateriałów. Nie rozumie zjawisk fizykochemicznych zachodzących w trakcie pomiarów. Nie potrafi opisać podstawowych elementów aparatury badawczej. Nie posiada wiedzy dotyczącej przygotowania preparatów do oznaczeń.

NA OCENĘ 3.0	Posiada wiedzę z zakresu chemii fizycznej i ogólnej umożliwiającą w ograniczonym stopniu na zrozumienie zasady działania aparatury służącej do badań fizykochemicznych nanomateriałów. Rozumie zjawisk fizykochemicznych zachodzących w trakcie pomiarów. Potrafi opisać podstawowe elementy wybranych aparatów do badań fizykochemicznych nanomateriałów. Posiada ogólną wiedzę na temat przygotowania preparatów do oznaczeń. Zna podstawowych pojęć i definicji z zakresu spektroskopii i analizy chromatograficznej.
NA OCENĘ 3.5	Posiada wiedzę z zakresu chemii fizycznej i ogólnej umożliwiającą zrozumienie zasady działania aparatury służącej do badań fizykochemicznych nanomateriałów. Rozumie zjawisk fizykochemicznych zachodzących w trakcie pomiarów. Potrafi opisać podstawowe elementy najważniejszych aparatów stosowanych w badaniach fizykochemicznych nanomateriałów. Posiada ogólną wiedzę na temat przygotowania preparatów do oznaczeń. Zna pojęć i definicji z zakresu spektroskopii i analizy chromatograficznej. W ograniczonym stopniu potrafi zinterpretować wyniki badań fizykochemicznych.
NA OCENĘ 4.0	Posiada wiedzę z zakresu chemii fizycznej i ogólnej umożliwiającą zrozumienie zasady działania aparatury służącej do badań fizykochemicznych nanomateriałów. Rozumie zjawisk fizykochemicznych zachodzących w trakcie pomiarów. Potrafi opisać elementy aparatów stosowanych w badaniach fizykochemicznych nanomateriałów oraz wyjaśnić ich rolę. Posiada wiedzę na temat przygotowania preparatów do oznaczeń na wybranych aparatach. Zna pojęć i definicji z zakresu spektroskopii i analizy chromatograficznej. Zna wybrane metody badań in-situ. Potrafi zinterpretować wyniki badań fizykochemicznych uzyskane na wybranych aparatach.
NA OCENĘ 4.5	Posiada wiedzę z zakresu chemii fizycznej i ogólnej umożliwiającą zrozumienie zasady działania aparatury służącej do badań fizykochemicznych nanomateriałów. Rozumie wszystkie zjawisk fizykochemicznych zachodzących w trakcie pomiarów. Potrafi opisać elementy aparatów stosowanych w badaniach fizykochemicznych nanomateriałów oraz wyjaśnić ich rolę. Posiada wiedzę na temat przygotowania preparatów do oznaczeń na wybranych aparatach. Zna pojęcia i definicji z zakresu spektroskopii i analizy chromatograficznej. Zna wybrane metody badań in-situ. Potrafi zinterpretować wyniki badań fizykochemicznych uzyskane na wybranych aparatach.
NA OCENĘ 5.0	Posiada wiedzę z zakresu chemii fizycznej i ogólnej umożliwiającą zrozumienie zasady działania aparatury służącej do badań fizykochemicznych nanomateriałów. Rozumie wszystkie zjawisk fizykochemicznych zachodzących w trakcie pomiarów. Potrafi opisać elementy aparatów stosowanych w badaniach fizykochemicznych nanomateriałów oraz wyjaśnić ich rolę. Posiada wiedzę na temat przygotowania preparatów do oznaczeń na wybranych aparatach. Zna pojęcia i definicji z zakresu spektroskopii i analizy chromatograficznej. Zna wybrane metody badań in-situ. Potrafi zinterpretować wyniki badań fizykochemicznych uzyskane na wybranych aparatach.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	

NA OCENĘ 2.0	Nie potrafi pracować z literaturą naukową, dotrzeć do cennych i sprawdzonych informacji. Nie umie w sposób jasny przedstawić informacji naukowych. Nie umie pracować w zespole. Przedstawiona prezentacja jest niespójna, nieczytelna i pozbawiona logicznego układu. Brak jasno naświetlonego celu prezentacji i rozwiązania postawionego problemu. Student nie odpowiada poprawnie na zadane pytanie przez prowadzącego oraz studentów uczestniczących w dyskusji.
NA OCENĘ 3.0	Potrafi w sposób ograniczony korzystać z literatury naukowej polskojęzycznej. Zdobył powierzchowne informacje na temat prezentacji, głównie książkowe i ogólnie dostępne internetowe. Nie sięga do literatury naukowej napisanej w innym niż polski języku. Częściowo w sposób niejasny przedstawia informacje. Prezentuje wyniki nie używając języka naukowego. Ma problemy ze sformułowaniem celu i wniosków realizowanego tematu. Przedstawiona prezentacja jest miejscami nielogiczna. Student tylko częściowo odpowiada poprawnie na zadane pytanie przez prowadzącego oraz studentów uczestniczących w dyskusji.
NA OCENĘ 3.5	Potrafi w sposób ograniczony korzystać z literatury naukowej polskiej i angielskiej. Zdobył ogólne informacje na temat prezentacji korzystając z książek naukowych i wybranych czasopism oraz informacji internetowych. Częściowo w sposób klarowny przedstawia cel, zdobyte informacje oraz formułuje wnioski. Prezentuje wyniki w ograniczonym stopniu stosując język naukowy. Przedstawiona prezentacja jest logicznie podzielona. Student przynajmniej w połowie odpowiada poprawnie na zadane pytanie przez prowadzącego oraz studentów uczestniczących w dyskusji.
NA OCENĘ 4.0	Potrafi korzystać z literatury naukowej polskiej i angielskiej. Zdobył ogólne informacje na temat prezentacji korzystając z książek naukowych i wybranych czasopism, informacji internetowych i baz patentowych. Jasno formułuje cel, przedstawia informacje oraz wnioski. Potrafi skupić uwagę słuchaczy na przedstawianej tematyce. Jasno formułuje cel, przedstawia wyniki używając języka naukowego i formułuje wniosków z realizowanego tematu. Przedstawiona prezentacja jest przygotowana w sposób estetyczny i podzielona na logicznie powiązana ze sobą fragmenty. Student odpowiada poprawnie na większość zadawanych pytań przez prowadzącego oraz studentów uczestniczących w dyskusji.
NA OCENĘ 4.5	W sposób swobodny potrafi odnaleźć niezbędne informacje w literaturze naukowej polskiej i angielskiej. Zdobył szczegółowe informacje na temat prezentacji korzystając z książek naukowych i wybranych czasopism, informacji internetowych i baz patentowych. Potrafi skupić uwagę i zainteresować słuchaczy prezentowaną tematyką. Jasno formułuje cel, przedstawia wyniki używając języka naukowego i formułuje wniosków z realizowanego tematu. Przedstawiona prezentacja jest przygotowana w sposób estetyczny i podzielona na logicznie powiązana ze sobą fragmenty. Student odpowiada poprawnie na wszystkie zadawane pytania przez prowadzącego oraz studentów uczestniczących w dyskusji.



NA OCENĘ 5.0	W sposób swobodny potrafi odnaleźć niezbędne informacje w literaturze naukowej napisanej w dowolnym języku. Zdobył szczegółowe informacje na temat prezentacji korzystając z książek naukowych i czasopism, informacji internetowych i baz patentowych. Potrafi skupić uwagę i zainteresować słuchaczy prezentowaną tematyką. Jasno formułuje cel, przedstawia wyniki używając języka naukowego i formułuje wniosków z realizowanego tematu. Przedstawiona prezentacja jest przygotowana w sposób estetyczny i podzielona na logicznie powiązana ze sobą fragmenty. Student w sposób wyczerpujący odpowiada na wszystkie zadawane pytania przez prowadzącego oraz studentów uczestniczących w dyskusji.
--------------	---

## 10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1		Cel 1 Cel 2	W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13	N1 N2	F1 P1
EK2		Cel 1 Cel 2	W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13	N1 N2	F1 P1
EK3		Cel 1 Cel 2	W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13	N1 N2	F1 P1
EK4		Cel 1 Cel 2	W2 W3 W4 W5 W6 W7 W8 W9 W10 W11 W12 W13	N1 N2	F1 P1

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | Zenon Sarbak — *Nieorganiczne materiały nanoporowate*, Poznań, 2009, UAM
- [2] | Bing Zhou/Sophie Hermans/Gabor A. Somorjai, — *Nanotechnology in Catalysis Volumes 1 and 2 (Nanostructure Science and Technology) (v. 1 and 2)*, New York, 2004, Kluwer Academic/Plenum Publishers

[3 ] **Brian Edward White** — *Chemistry and catalysis at the surface of nanomaterials*, New York, 2007, Columbia University

#### LITERATURA DODATKOWA

[1 ] A. Corma and H. Garcia, "Gold nano particle catalysts could transform chemical industry", *Chem. Soc. Rev.*, 2008, 37, 2096-2126.

[2 ] Bukhtiyarov V.I., Slinko M.G. "Metallic nanosystems in catalysis", *Russian Chemical Reviews*, 2001, v. 70, n.2, 147-159.

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr hab. inż. prof. PK Piotr Michorczyk (kontakt: pmichor@pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Piotr Michorczyk (kontakt: pmichor@pk.edu.pl)

2 dr inż. Rafał Rachwałik (kontakt: rachwalik@chemia.pk.edu.pl)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

**PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI** (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....

.....