

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2023/2024

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Kierunek studiów: Inżynieria Materiałowa

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: IM

Stopień studiów: I

Specjalności: Materiały konstrukcyjne i kompozyty

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Dyfuzja i przemiany fazowe
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Diffusion and phase transformation
KOD PRZEDMIOTU	WIMiF IM oIS D10 23/24
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty specjalnościowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	4

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
4	30	30	0	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie się z podstawowymi prawami dyfuzji oraz zjawiskami przemian fazowych

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Ma elementarną wiedzę w zakresie stosowania termodynamiki do opisu zjawisk fizycznych i modelowania matematycznego wymiany ciepła w materiałowych procesach technologicznych.

EK2 Wiedza Ma uporządkowaną wiedzę o budowie pierwiastków i związków chemicznych, elementach chemii nieorganicznej i organicznej oraz reakcjach chemicznych i ich znaczeniu w kształtowaniu struktury i własności materiałów inżynierskich.

EK3 Wiedza Zna i rozumie podstawowe zjawiska strukturalne zachodzące w materiałach inżynierskich pod wpływem oddziaływania energii.

EK4 Wiedza Zna podstawowe procesy technologiczne wytwarzania materiałów inżynierskich i rozumie zasady ich doboru.

EK5 Wiedza Ma wiedzę dotyczącą budowy strukturalnej materiałów inżynierskich obejmującą: wiązania atomowe, podstawy krystalografii, defekty strukturalne oraz strukturę polimerów.

EK6 Umiejętności Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, komputerowych baz danych i innych źródeł; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować opinie w zakresie doboru i zastosowania technicznego materiałów inżynierskich.

EK7 Umiejętności Potrafi zastosować do formułowania i rozwiązywania zagadnień materiałowych w technice metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne.

EK8 Kompetencje społeczne Ma świadomość dotyczącą swojej roli wykształconego inżyniera w społeczeństwie, w szczególności dotyczącą propagowania nowoczesnych rozwiązań technicznych, ich wpływu na polepszenie jakości życia mieszkańców oraz jakości i konkurencyjności ich pracy. Potrafi opinie te sformułować i przekazać w sposób zrozumiały dla obywateli nie posiadających wykształcenia technicznego.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Podstawowe pojęcia z teorii dyfuzji. Siły międzyatomowe i struktura krystaliczna kondensacja, energia układu atomów. Przemieszczanie się atomów w kryształach warunki dyfuzji, fluktuacje cieplne, energia aktywacji, wpływ temperatury na częstość przeskoków. Dyfuzja w czystym kryształach mechanizm pierścieniowy, lukowy Koncentracja luk i jej wpływ na mechanizm dyfuzji. I i II Prawo Ficka - dyfuzja domieszki międzywęzłowej, mechanizm lukowy, rozkład koncentracji dyfundujących atomów. Pary dyfuzyjne - efekt Kirkendalla. Klasyfikacja przemian fazowych. Układy równowagi fazowej, przemiana alotropowa, masowa, eutektoidalna, perytektoidalna, onotektyka, układy trójskładnikowe i czteroskładnikowe. Efekty powierzchniowe, granice ziaren, granice fazowe, przemiana spinodalna. Przemiany fazowe w stanie stałym.	30

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Wprowadzenie. Analiza zjawiska dyfuzji w oparciu o procesy nawęglania, Układy równowagi fazowej. Przemiany fazowe w stanie stałym, analiza układu Fe-Fe ₃ C oraz wykresów CTP.	30

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia

N3 Dyskusja

N4 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	60
Konsultacje przedmiotowe	7
Egzaminy i zaliczenia w sesji	8
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	15
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	10
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	120
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Test

F2 Kolokwium

F4 Egzamin

OCENA PODSUMOWUJĄCA**P1** Egzamin**P2** Średnia ważona ocen formujących**WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU****W1** Student musi uzyskać pozytywną oceną egzaminu i ćwiczeń oraz odpowiedzieć na 60% pytań zadanych w teście dotyczącym treści przekazywanych na wykładach.**OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA****B1** Test**KRYTERIA OCENY**

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie opanował 50% wymaganej wiedzy
NA OCENĘ 3.0	Student rozumie zjawiska fizyczne towarzyszące wymianie ciepła i ich wpływ na właściwości materiałów.
NA OCENĘ 3.5	Student rozumie zjawiska fizyczne towarzyszące wymianie ciepła i ich wpływ na właściwości materiałów, ma wiedzę w zakresie termodynamiki do opisu zjawisk fizycznych.
NA OCENĘ 4.0	Student rozumie zjawiska fizyczne towarzyszące wymianie ciepła i ich wpływ na właściwości materiałów, ma wiedzę w zakresie termodynamiki do opisu zjawisk fizycznych, rozumie przemiany fazowe i towarzyszącą im wymianę ciepła.
NA OCENĘ 4.5	Student rozumie zjawiska fizyczne towarzyszące wymianie ciepła i ich wpływ na właściwości materiałów, ma wiedzę w zakresie termodynamiki do opisu zjawisk fizycznych, rozumie przemiany fazowe i towarzyszącą im wymianę ciepła. Wie jak modelować transport masy w procesach dyfuzyjnych.
NA OCENĘ 5.0	Student rozumie zjawiska fizyczne towarzyszące wymianie ciepła i ich wpływ na właściwości materiałów, ma wiedzę w zakresie termodynamiki do opisu zjawisk fizycznych, rozumie przemiany fazowe i towarzyszącą im wymianę ciepła. Wie jak modelować transport masy w procesach dyfuzyjnych, rozumie mechanizmy dyfuzji i przemiany bezdyfuzyjne
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie opanował 50% wymaganej wiedzy
NA OCENĘ 3.0	Student ma wiedzę o budowie pierwiastków i związków chemicznych i wie w jaki sposób wpływają one na właściwości materiałów.
NA OCENĘ 3.5	Ma wiedzę podstawową dotyczącą budowy pierwiastków i związków chemicznych. Ma wiedzę o wpływie budowy strukturalnej metali na ich właściwości fizyczne.
NA OCENĘ 4.0	Ma wiedzę podstawową dotyczącą budowy pierwiastków i związków chemicznych. Ma wiedzę o wpływie budowy strukturalnej metali na ich właściwości fizyczne, wpływie związków chemicznych na kształtowanie struktury.

NA OCENĘ 4.5	Ma wiedzę podstawową dotyczącą budowy pierwiastków i związków chemicznych. Ma wiedzę o wpływie budowy strukturalnej metali na ich właściwości fizyczne, wpływie związków chemicznych na kształtowanie struktury.
NA OCENĘ 5.0	Ma wiedzę podstawową dotyczącą budowy pierwiastków i związków chemicznych. Ma wiedzę o wpływie budowy strukturalnej metali na ich właściwości fizyczne, wpływie związków chemicznych na kształtowanie struktury i ich znaczeniu w kształtowaniu struktury i własności materiałów inżynierskich.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie opanował 50% wymaganej wiedzy
NA OCENĘ 3.0	Student wie jaki jest wpływ energii dostarczonej do materiału na zjawiska strukturalne zachodzące w materiałach.
NA OCENĘ 3.5	Student wie jaki jest wpływ energii dostarczonej do materiału na zjawiska strukturalne zachodzące w materiałach, rozumie zmiany strukturalne związane ze zmianą sieci krystalicznej.
NA OCENĘ 4.0	Student wie jaki jest wpływ energii dostarczonej do materiału na zjawiska strukturalne zachodzące w materiałach, rozumie zmiany strukturalne związane ze zmianą sieci krystalicznej. Wie wie jak modyfikować właściwości materiałów inżynierskich.
NA OCENĘ 4.5	Student wie jaki jest wpływ energii dostarczonej do materiału na zjawiska strukturalne zachodzące w materiałach, rozumie zmiany strukturalne związane ze zmianą sieci krystalicznej. Wie wie jak modyfikować właściwości materiałów inżynierskich. Wie jakie zjawiska strukturalne zachodzą bez przemian fazowych po dostarczeniu energii.
NA OCENĘ 5.0	Student wie jaki jest wpływ energii dostarczonej do materiału na zjawiska strukturalne zachodzące w materiałach, rozumie zmiany strukturalne związane ze zmianą sieci krystalicznej. Wie wie jak modyfikować właściwości materiałów inżynierskich. Wie jakie zjawiska strukturalne zachodzą bez przemian fazowych po dostarczeniu energii. Rozumie ich wpływ na eksploatację materiałów inżynierskich.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie opanował 50% wymaganej wiedzy
NA OCENĘ 3.0	Student wie jaki jest wpływ wybranych procesów technologicznych na właściwości materiałów inżynierskich.
NA OCENĘ 3.5	Student wie jaki jest wpływ wybranych procesów technologicznych na właściwości materiałów inżynierskich i potrafi dokonywać wyboru pomiędzy tymi procesami.
NA OCENĘ 4.0	Student wie jaki jest wpływ wybranych procesów technologicznych na właściwości materiałów inżynierskich i potrafi dokonywać wyboru pomiędzy tymi procesami. Rozumie wpływ tych procesów na zmiany strukturalne materiałów.

NA OCENĘ 4.5	Student wie jaki jest wpływ wybranych procesów technologicznych na właściwości materiałów inżynierskich i potrafi dokonywać wyboru pomiędzy tymi procesami. Rozumie wpływ tych procesów na zmiany strukturalne materiałów. Zna podstawowe zasady doboru i warunki ich realizacji.
NA OCENĘ 5.0	Student wie jaki jest wpływ wybranych procesów technologicznych na właściwości materiałów inżynierskich i potrafi dokonywać wyboru pomiędzy tymi procesami. Rozumie wpływ tych procesów na zmiany strukturalne materiałów. Zna podstawowe zasady doboru i warunki ich realizacji. Rozumie wpływ wybranych procesów na właściwości materiałów.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Student nie opanował 50% wymaganej wiedzy
NA OCENĘ 3.0	Student ma podstawową wiedzę z zakresu budowy strukturalnej materiałów inżynierskich.
NA OCENĘ 3.5	Ma wiedzę dotyczącą wpływu składu chemicznego i budowy strukturalnej na właściwości fizyko-chemiczne. Wie jakie są obszary zastosowania materiałów inżynierskich w zależności od ich budowy i czystości chemicznej.
NA OCENĘ 4.0	Ma wiedzę dotyczącą wpływu składu chemicznego i budowy strukturalnej, wiązań atomowych na właściwości fizyko-chemiczne. Wie jakie są obszary zastosowania materiałów inżynierskich w zależności od ich budowy krystalograficznej i czystości chemicznej.
NA OCENĘ 4.5	Ma wiedzę dotyczącą wpływu składu chemicznego i budowy strukturalnej, wiązań atomowych na właściwości fizyko-chemiczne. Wie jakie są obszary zastosowania materiałów inżynierskich w zależności od ich budowy krystalograficznej i czystości chemicznej, rozumie wpływ defektów struktury
NA OCENĘ 5.0	Ma wiedzę dotyczącą wpływu składu chemicznego i budowy strukturalnej, wiązań atomowych na właściwości fizyko-chemiczne. Wie jakie są obszary zastosowania materiałów inżynierskich w zależności od ich budowy krystalograficznej i czystości chemicznej, rozumie wpływ defektów struktury, ma wiedzę z zakresu przemian fazowych i procesów dyfuzyjnych.
EFEKT KSZTAŁCENIA 6	
NA OCENĘ 2.0	Student nie opanował 50% wymaganych umiejętności
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi korzystać z danych dostępnych w literaturze i innych źródłach oraz praktycznie zastosować pozyskane informacje w celu doboru materiału do technicznego zastosowania.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi korzystać z danych dostępnych w literaturze i innych źródłach oraz praktycznie zastosować pozyskane informacje w celu doboru materiału do technicznego zastosowania. Potrafi integrować uzyskane informacje z różnych źródeł i dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski.

NA OCENĘ 4.0	Student potrafi korzystać z danych dostępnych w literaturze i innych źródłach oraz praktyczne zastosować pozyskane informacje w celu doboru materiału do technicznego zastosowania. Potrafi integrować uzyskane informacje z różnych źródeł i dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski. Umie przeprowadzić analizę pozyskanych informacji i zaproponować własne rozwiązania.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi korzystać z danych dostępnych w literaturze i innych źródłach oraz praktyczne zastosować pozyskane informacje w celu doboru materiału do technicznego zastosowania. Potrafi integrować uzyskane informacje z różnych źródeł i dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski. Umie przeprowadzić analizę pozyskanych informacji i zaproponować własne rozwiązania. Potrafi formułować opinie w zakresie doboru materiałów inżynierskich.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi korzystać z danych dostępnych w literaturze i innych źródłach oraz praktyczne zastosować pozyskane informacje w celu doboru materiału do technicznego zastosowania. Potrafi integrować uzyskane informacje z różnych źródeł i dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski. Umie przeprowadzić analizę pozyskanych informacji i zaproponować własne rozwiązania. Potrafi formułować opinie w zakresie doboru materiałów inżynierskich, a także ich możliwych zastosowań w technice.
EFEKT KSZTAŁCENIA 7	
NA OCENĘ 2.0	Student nie opanował 50% wymaganych umiejętności
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi zastosować metody analityczne i symulacyjne do rozwiązywania zagadnień materiałowych.
NA OCENĘ 3.5	Student potrafi zastosować metody analityczne i symulacyjne do rozwiązywania zagadnień materiałowych, wie jak analizować procesy metodami analitycznymi.
NA OCENĘ 4.0	Student potrafi zastosować metody analityczne i symulacyjne do rozwiązywania zagadnień materiałowych, potrafi badać procesy metodami analitycznymi, rozumie zjawiska zachodzące w materiałach inżynierskich.
NA OCENĘ 4.5	Student potrafi zastosować metody analityczne i symulacyjne do rozwiązywania zagadnień materiałowych, umie badać procesy metodami analitycznymi, rozumie zjawiska zachodzące w materiałach inżynierskich, potrafi dokonywać obliczeń opisujących dyfuzję w ciałach stałych.
NA OCENĘ 5.0	Student potrafi zastosować metody analityczne i symulacyjne do rozwiązywania zagadnień materiałowych, wie jak badać procesy metodami analitycznymi, rozumie zjawiska zachodzące w materiałach inżynierskich, potrafi dokonywać obliczeń opisujących dyfuzję w ciałach stałych. Umie korzystać ze specjalistycznego oprogramowania.
EFEKT KSZTAŁCENIA 8	
NA OCENĘ 2.0	Student nie opanował 50% wymaganych umiejętności
NA OCENĘ 3.0	Student potrafi przekazać w sposób zrozumiały dla obywateli nie posiadających wykształcenia technicznego istotność nowoczesnych rozwiązań technicznych dla rozwoju społeczeństwa.

NA OCENĘ 3.5	Ma świadomość dotyczącą roli inżyniera w społeczeństwie w propagowaniu nowoczesnych rozwiązań technicznych, Ma świadomość wpływu nowoczesnych rozwiązań technicznych na jakość życia.
NA OCENĘ 4.0	Ma świadomość dotyczącą roli inżyniera w społeczeństwie w propagowaniu nowoczesnych rozwiązań technicznych, Ma świadomość wpływu nowoczesnych rozwiązań technicznych na jakość życia. Potrafi ocenić wpływ techniki na konkurencyjność na rynku pracy.
NA OCENĘ 4.5	Ma świadomość dotyczącą roli inżyniera w społeczeństwie w propagowaniu nowoczesnych rozwiązań technicznych, Ma świadomość wpływu nowoczesnych rozwiązań technicznych na jakość życia. Potrafi ocenić wpływ techniki na konkurencyjność na rynku pracy i potrafi formułować własne opinie w tym zakresie.
NA OCENĘ 5.0	Ma świadomość dotyczącą roli inżyniera w społeczeństwie w propagowaniu nowoczesnych rozwiązań technicznych, Ma świadomość wpływu nowoczesnych rozwiązań technicznych na jakość życia. Potrafi ocenić wpływ techniki na konkurencyjność na rynku pracy i potrafi formułować własne opinie w tym zakresie. Umie przekazywać w sposób przystępny wiedzę inżynierską osobom nie posiadającym wykształcenia technicznego.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K1_W05	Cel 1	W1 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4 P1
EK2	K1_W07	Cel 1	W1 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4 P1
EK3	K1_W08	Cel 1	W1 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4 P1
EK4	K1_W09	Cel 1	W1 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4 P1
EK5	K1_W11	Cel 1	W1 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4 P1
EK6	K1_UO01	Cel 1	W1 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4 P1
EK7	K1_UP05	Cel 1	W1 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4 P1
EK8	K1_K07	Cel 1	W1 C1	N1 N2 N3 N4	F1 F2 F4 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Z. Kędzierski** — *Przemiany fazowe w metalach i stopach*, Kraków, 1988, Wyd. AGH
- [2] | **J. Klamut** — *Wstęp do fizyki przemian fazowych*, Wrocław, 1979, Zakład Nar. im. Ossolińskich
- [3] | **M. Blicharski** — *Przemiany fazowe*, Kraków, 1990, Wyd. AGH

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr inż. Janusz Walter (kontakt: janusz.walter@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr inż. Janusz Walter (kontakt: janusz.walter@pk.edu.pl)

2 dr inż. Rafał Bogucki (kontakt: rafal.bogucki@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....