

Nazwa przedmiotu			
DYFUZJA I PRZEMIANY FAZOWE <i>Diffusion and phase transformations</i>			
Kierunek: Inżynieria materiałowa			Kod przedmiotu: IM.KK.C3.56
Rodzaj przedmiotu: Kierunkowy obowiązkowy	Poziom studiów: studia II stopnia	forma studiów: studia stacjonarne	Rok: I Semestr: I
Rodzaj zajęć: Wyk. Lab. Ćw.	Liczba godzin/tydzień: 2W^e, 1L, 1Ćw.,	Liczba punktów: 5 ECTS	

PRZEWODNIK PO PRZEDMIOCIE

I KARTA PRZEDMIOTU

CEL PRZEDMIOTU

- C1. Przekazanie studentom podstawowej wiedzy dotyczącej kształtowania pierwotnej struktury metali i stopów
- C2. Zapoznanie studentów z podstawowymi zagadnieniami dyfuzji w stanie stałym
- C3. Zapoznanie studentów z przemianami fazowymi zachodzącymi w stanie stałym pod wpływem zmian temperatury, składu chemicznego i naprężeń

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1. Wiedza z zakresu fizyki, matematyki, krystalografii oraz z chemii ogólnej,
2. Znajomość zasad bezpieczeństwa pracy przy użytkowaniu maszyn i urządzeń technologicznych,
3. Znajomość struktury kryształów z uwzględnieniem defektów sieci rzeczywistej,
4. Umiejętność korzystania z różnych źródeł informacji w tym z norm, instrukcji i dokumentacji technicznej,
5. Umiejętność wykonywania działań matematycznych do rozwiązywania zadań z dyfuzji i przemian fazowych,
6. Umiejętności prawidłowej interpretacji i prezentacji wyników uzyskanych w ramach przeprowadzonych badań.
7. Umiejętności pracy samodzielnej i w grupie,

EFEKTY KSZTAŁCENIA

- EK 1 – posiada wiedzę teoretyczną z zakresu przemian fazowych w metalach i stopach,
- EK 2 – posiada wiedzę teoretyczną dotyczącą transportu masy w stanie stałym (dyfuzji)
- EK 3 – posiada wiedzę teoretyczną o wpływie przemian fazowych i dyfuzji na kształtowanie własności metali i stopów,
- EK 4 – potrafi wykorzystać wiedzę z zakresu dyfuzji do sterowania żądanymi zmianami własności materiału,
- EK 5 – zna ogólne zasady działania, obsługi i doboru narzędzi pomiarowych oraz maszyn technologicznych,
- EK 6 – zna techniki badawcze pozwalające analizować przebieg przemian fazowych
- EK 7 – potrafi zastosować II prawo Fick' do wyliczenia otrzymanych stężeń lub potrzebnego czasu w procesach nawęglania, azotowania, wyżarzania ujednorodniającego
- EK 8 – potrafi wyliczyć przyrost granicy plastyczności z tytułu umocnienia wydzieleniowego
- EK 9 – potrafi przygotować sprawozdanie z przebiegu realizacji ćwiczeń.

TREŚCI PROGRAMOWE

Forma zajęć – WYKŁADY	Liczba godzin
W1 – Definicja dyfuzji i mechanizmy dyfuzji, Rodzaje dyfuzji: dyfuzja objętościowa, granicami ziaren, powierzchniowa, samodyfuzja.	2
W 2 – Podstawowe prawa dyfuzji. Pierwsze prawo Ficka. Współczynnik dyfuzji. Wpływ typu sieci na współczynnik dyfuzji	2
W 3,4 – Warunki przemian ze stanu ciekłego w stan stały. Zarodkowanie, krytyczny promień zarodka, energia swobodna procesu zarodkowania, szybkość zarodkowania, kinetyka wzrostu kryształów, krystalizacja czystych metali, stopów o strukturze roztworów stałych, stopów metali o strukturze mieszanin.	4
W 5 – Przemiany fazowe w stanie stałym. Klasyfikacja przemian fazowych ze względu na proces wzrostu wg Christiana.	2
W 6 – Zarodkowanie homo i heterogeniczne, siła napędowa przemiany.	2
W 7 – Rozrost ziaren. Oddziaływanie cząstek faz drugich na migrację granic ziaren.	2
W 8 – Przemiany dyfuzyjne	2
W 9 – Postęp przemiany – równanie Johnsona-Mehla. Adaptacja równania J-M do warunków anizotermicznych, reguła addytywności Scheila.	2
W 10,11 – Przemiany bezdyfuzyjne. Ogólna charakterystyka przemiany. Przemiana martenzytyczna w stopach Fe-C. Wpływ dodatków stopowych w stopach Fe-C na przemianę martenzytyczną.	4
W 12 – Przemiana martenzytyczna w stopach metali nieżelaznych	2
W 13 – Przemiany pośrednie- bainityczne. Ogólna charakterystyka przemiany. Przemiana bainityczna w stopach Fe-C. Przemiana bainityczna w stopach metali nieżelaznych.	2
W 14 – Procesy wydzieleniowe z przesyconych roztworów stałych. Rozpad spinodalny.	2
W 15 – Procesy zachodzące podczas odpuszczania w stopach Fe-C + dodatki stopowe	2
Forma zajęć – LABORATORIUM	Liczba godzin
L 1,2 – Badania dylatometryczne przemian fazowych w stalach na przykładach stali węglowej i stali stopowej.	2
L 3,4 – Analiza krzywych chłodzenia, wyznaczanie temperatur charakterystycznych. Tworzenie wykresu CTPc.	2
L 5,6 – Określenie kinetyki przemian fazowych, określenie szybkości krytycznej chłodzenia. Obliczenia szybkości chłodzenia dla różnych ośrodków chłodzących. Analiza mikrostruktur badanych stali.	2
L 7,8 – Umacnianie wydzieleniowe stali zaworowej oraz miedzi chromowej- zaplanowanie i realizacja eksperymentu – etapy technologiczne przesycania i starzenia	2
L 9,10 – Analiza mikrostruktur otrzymanych po umocnieniu wydzieleniowym. Wpływ czasu i temperatury starzenia na twardość materiałów	2
L 11,12 – Kinetyka rozrostu ziaren. Uprozczone badanie przegrzewności stali hartującej się. Rozrost ziaren stopu metali nieżelaznych na przykładzie miedzi	2
L 13, 14 – Ujawnianie byłego ziarna austenitu oraz określanie wielkości ziarna metodami: porównawczą oraz Jeffrisa.	2
L 15 – Przemiany fazowe w stopach metali nieżelaznych na przykładzie mosiądzu aluminiowego - analiza struktur	1
Forma zajęć – ĆWICZENIA	Liczba godzin
C 1 – Obliczanie współczynników dyfuzji	1
C 2 – Zastosowanie praktyczne II prawa Fick'a- zadania dotyczące procesu nawęglania	1
C 3 – Zastosowanie praktyczne II prawa Fick'a- zadania dotyczące procesu azotowania	1
C 4,5 – Zastosowanie praktyczne II prawa Fick'a- zadania dotyczące procesów odwęglania oraz utleniania	2
C 6 – Wyżarzanie ujednoradniające odlewów z zastosowaniem II prawa Fick'a	1
C 7,8 – Wyznaczanie wielkości zarodka krytycznego fazy stałej dla zarodkowania homogenicznego i heterogenicznego w procesie krzepnięcia	2
C 9,10 – Obliczanie energii swobodnej procesu krzepnięcia i udziału objętościowego fazy dendrytycznej	2
C 11,12 – Obliczanie promienia zarodka krytycznego dla homogenicznego i heterogenicznego zarodkowania w stanie stałym, Obliczanie krytycznych energii swobodnych	2
C 13 – Wyznaczanie energii swobodnej dla przemiany martenzytycznej	1
C 14 – Obliczanie wpływu temperatury i wydzielenia na średnią średnicę ziarna osnowy	1
C 15 – Obliczanie umocnienia wydzieleniowego wg teorii Orowana po różnych zabiegach starzenia	1

NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

1. – wykład z wykorzystaniem prezentacji multimedialnych
2. – ćwiczenia laboratoryjne, opracowanie sprawozdań z realizacji przebiegu ćwiczeń
3. – ćwiczenia rachunkowe
4. – instrukcje do wykonania ćwiczeń laboratoryjnych
5. – przykłady mikrostruktur stopów po różnych przemianach fazowych
6. – mikroskopy optyczne, dylatometry, piece laboratoryjne, przyrządy pomiarowe
7. – stanowiska do ćwiczeń wyposażone w aparaturę i narzędzia do realizacji procesu

SPOSOBY OCENY (F – FORMUJĄCA, P – PODSUMOWUJĄCA)

F1. – ocena przygotowania do ćwiczeń laboratoryjnych i rachunkowych
F2. – ocena umiejętności stosowania zdobytej wiedzy podczas wykonywania ćwiczeń
F3. – ocena sprawozdań z realizacji ćwiczeń objętych programem nauczania
F4. – ocena aktywności podczas zajęć
P1. – ocena umiejętności rozwiązywania postawionych problemów oraz sposobu prezentacji uzyskanych wyników – zaliczenie na ocenę*
P2. – ocena opanowania materiału nauczania będącego przedmiotem wykładu - zaliczenie na ocenę*
P3 – ocena opanowania materiału – egzamin pisemny

*) warunkiem uzyskania zaliczenia jest otrzymanie pozytywnych ocen ze wszystkich ćwiczeń laboratoryjnych,

OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z prowadzącym	30W 15L 15C → 60h
Zapoznanie się ze wskazaną literaturą	15 h
Przygotowanie do ćwiczeń rachunkowych	5 h
Przygotowanie do ćwiczeń laboratoryjnych	15 h
Wykonanie sprawozdań z realizacji ćwiczeń laboratoryjnych (czas poza zajęciami laboratoryjnymi)	15 h
Przygotowanie do egzaminu i zaliczenia przedmiotu	40 h
Suma	Σ 150 h
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	5 ECTS

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

1. Z. Kędziński: Przemiany fazowe w układach skondensowanych, AGH Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2003
2. E. Tyrkiel: Termodynamiczne podstawy metaloznawstwa, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 2005
3. Metaloznawstwo, Praca pod redakcją F. Stauba, Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice, 1994
4. J. Adamczyk: Metaloznawstwo teoretyczne cz. II, Pol. Śl. Gliwice 1989
5. M. Blicharski: Przemiany fazowe, AGH Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 1990
6. E. Fraś: Krystalizacja metali i stopów, PWN Warszawa 1992
7. Z. Kędziński: Przemiany fazowe w metalach i stopach, AGH Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 1998
8. Z. Jarzębski: Dyfuzja w metalach i stopach, Wyd. Śląsk, 1998
9. G. Chadwick: Metallography of phase transformations, Butterworths, London, 1972

PROWADZĄCY PRZEDMIOT (IMIE, NAZWISKO, ADRES E-MAIL)

1. dr inż. Paweł Wieczorek, pawel@wip.pcz.pl
--

MACIERZ REALIZACJI EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu do efektów zdefiniowanych dla kierunku Inżynieria Materiałowa	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Sposób oceny
EK1	K_W01, K_W02, K_W04, K_W05, K_W10, K_W-07, K_W21 K_U01, K_U12, K_K01	C3	W5	1, 5	P2,P3
EK2	K_W01, K_W02, K_W05 K_W10, K_W 21 K_U01, K_K01	C2	W1-2 C1	1,3	F1P2,P3
EK3	K_W07, K_W10, K_U01, K_U3, K_U, 20K_U23, K_K01	C1	W6, C2-10 L1-15	1-7	F1 F2 P1 P2 P3
EK4	K_W01, K_W02, K_W04, K_W05, K_W10, K_W-07, K_W21 K_U08, K_U12 K_U01, K_U3, K_U20, K_U23, K_K01	C1	W1-5 C13,14 L1-15	1-7	F1 F2 P1 P2 P3
EK5	K_W07, K_W21 K_U15, K_U17, K_U19, K_U26, K_K01, K_K07	C3	L1-15	2, 3, 4, 6,7	F1 F2 F3 F4 P1
EK6	K_W10, K_W11, K_W12, K_W21, K_U17, K_U23, K_U20, K_U30, K-K01	C2	L1-15	2, 4, 6,7	F1 F2 F3 P1
EK7	K_W10, K_W05, K_U09, K_U20, K_U03,	C1	W3,4 C7,8,11,12	1,3,	F1 F2 F3 P1 P2 P3
EK8	K_W10, K_W05, K_U09, K_U20, K_U03,	C1, C3	W14 C15 L9,10	1,3,4,6,7	F3 F4 P2
EK9	K_W01, K_W04, K_W10 K_U03, K_U07, K_U20, K_U23 K_K01, K_K 04, K_K06	C1, C2, C3	L1-15 C1-15	2,3,4,7	F1 F2 F3 F4 P1

II. FORMY OCENY – SZCZEGÓŁY

	Na ocenę 2	Na ocenę 3	Na ocenę 4	Na ocenę 5
Efekt 1 Student opanował wiedzę z zakresu przemian fazowych w metalach i stopach	Student nie opanował wiedzy z zakresu przemian fazowych w metalach i stopach	Student częściowo opanował wiedzę z z zakresu przemian fazowych w metalach i stopach	Student opanował wiedzę z zakresu przemian fazowych w metalach i stopach	Student bardzo dobrze opanował wiedzę z zakresu przemian fazowych w metalach i stopach oraz samodzielnie zdobywa i poszerza wiedzę wykorzystując różne źródła
Efekt 2 Student opanował wiedzę teoretyczną dotyczącą transportu masy w stanie stałym (dyfuzji)	Student nie opanował wiedzy teoretycznej dotyczącą transportu masy w stanie stałym (dyfuzji)	Student częściowo opanował wiedzę teoretyczną dotyczącą transportu masy w stanie stałym (dyfuzji)	Student opanował wiedzę teoretyczną dotyczącą transportu masy w stanie stałym (dyfuzji)	Student bardzo dobrze opanował wiedzę z zakresu transportu masy (dyfuzji) w stanie stałym oraz samodzielnie zdobywa i poszerza wiedzę wykorzystując różne źródła
Efekt 3 Student potrafi praktycznie wykorzystać wiedzę o przemianach fazowych do uzyskania żądanych własności materiału	Student nie potrafi praktycznie wykorzystać wiedzy o przemianach fazowych do uzyskania żądanych własności materiału, nawet z pomocą prowadzącego	Student potrafi z pomocą prowadzącego praktycznie wykorzystać wiedzę o przemianach fazowych do uzyskania żądanych własności materiału	Student poprawnie wykorzystuje wiedzę o przemianach fazowych do uzyskania żądanych własności materiału oraz samodzielnie rozwiązuje problemy wynikające w trakcie realizacji ćwiczeń	Student potrafi samodzielnie zaprojektować eksperyment prowadzący do uzyskania żądanych własności materiału z wykorzystaniem przemianach fazowych
Efekt 4 Student potrafi praktycznie wykorzystać wiedzę z zakresu dyfuzji do sterowania żądanymi własnościami materiału	Student nie potrafi praktycznie wykorzystać wiedzy z zakresu dyfuzji do sterowania żądanymi własnościami materiału	Student potrafi z pomocą prowadzącego praktycznie wykorzystać wiedzę z zakresu dyfuzji do sterowania żądanymi własnościami materiału	Student poprawnie wykorzystuje z zakresu dyfuzji do sterowania żądanymi własnościami materiału oraz samodzielnie rozwiązuje problemy wynikające w trakcie realizacji ćwiczeń	Student potrafi samodzielnie zaprojektować eksperyment prowadzący sterowania żądanymi własnościami materiału oraz samodzielnie identyfikuje i rozwiązuje problemy wynikające w trakcie realizacji ćwiczeń
Efekt 5 Student zna ogólne zasady działania, obsługi i doboru narzędzi pomiarowych oraz maszyn technologicznych	Student nie zna ogólnych zasad działania, obsługi i doboru narzędzi pomiarowych oraz maszyn technologicznych	Student z pomocą prowadzącego potrafi wyjaśnić ogólne zasady działania, obsługi i doboru narzędzi pomiarowych oraz maszyn technologicznych	Student potrafi wyjaśnić ogólne zasady działania, obsługi i doboru narzędzi pomiarowych oraz maszyn technologicznych. Samodzielnie identyfikuje ich ograniczenia i błędy pomiarowe.	Student potrafi wyjaśnić ogólne zasady działania, obsługi i doboru narzędzi pomiarowych oraz maszyn technologicznych. Samodzielnie identyfikuje ich ograniczenia i błędy pomiarowe. Potrafi wskazać urządzenia o lepszej funkcjonalności

Efekt 6 Student zna techniki badawcze pozwalające analizować przebieg przemian fazowych	Student nie zna technik badawczych pozwalających analizować przebieg przemian fazowych	Student z pomocą prowadzącego potrafi wyjaśnić techniki badawcze pozwalające analizować przebieg przemian fazowych	Student potrafi wyjaśnić techniki badawcze pozwalające analizować przebieg przemian fazowych Samodzielnie identyfikuje ich ograniczenia i błędy pomiarowe.	Student potrafi wyjaśnić techniki badawcze pozwalające analizować przebieg przemian fazowych Samodzielnie identyfikuje ich ograniczenia i błędy pomiarowe. Potrafi wskazać urządzenia o lepszej dokładności
Efekt 7 Student potrafi zastosować II prawo Fick'a do wyliczenia otrzymanych stężeń lub potrzebnego czasu w procesach nawęglania, azotowania, wyżarzania ujednorodniającego	Student nie potrafi zastosować II prawo Fick'a do wyliczenia otrzymanych stężeń lub potrzebnego czasu w procesach nawęglania, azotowania, wyżarzania ujednorodniającego	Student potrafi z pomocą prowadzącego zastosować II prawo Fick'a do wyliczenia otrzymanych stężeń lub potrzebnego czasu w procesach nawęglania, azotowania, wyżarzania ujednorodniającego w prostych przykładach przy otrzymanych danych	Student potrafi samodzielnie zastosować II prawo Fick'a do wyliczenia otrzymanych stężeń lub potrzebnego czasu w procesach nawęglania, azotowania, wyżarzania ujednorodniającego w prostych przykładach przy otrzymanych danych	Student potrafi samodzielnie zastosować II prawo Fick'a do wyliczenia otrzymanych stężeń lub potrzebnego czasu w procesach nawęglania, azotowania, wyżarzania ujednorodniającego w przykładach wymagających samodzielnego zdobycia danych
Efekt 8 Student potrafi wyliczyć przyrost granicy plastyczności z tytułu umocnienia wydzieleniowego	Student nie potrafi wyliczyć przyrostu granicy plastyczności z tytułu umocnienia wydzieleniowego	Student potrafi z pomocą prowadzącego wyliczyć przyrost granicy plastyczności z tytułu umocnienia wydzieleniowego dla otrzymanych danych doświadczalnych	Student potrafi wyliczyć przyrost granicy plastyczności z tytułu umocnienia wydzieleniowego dla samodzielnie wyznaczonych danych doświadczalnych	Student potrafi wyliczyć przyrost granicy plastyczności z tytułu umocnienia wydzieleniowego dla dwóch mechanizmów umocnienia dla samodzielnie wyznaczonych lub zdobytych danych doświadczalnych.
Efekt 9 Student potrafi efektywnie prezentować i dyskutować wyniki własnych działań	Student nie potrafi opracować sprawozdania, nie potrafi zaprezentować wyników swoich badań	Student wykonał sprawozdanie z realizowanego ćwiczenia, ale nie potrafi dokonać interpretacji oraz analizy wyników własnych badań	Student wykonał sprawozdanie z realizowanego ćwiczenia, potrafi prezentować wyniki swojej pracy oraz dokonuje ich analizy	Student wykonał sprawozdanie z realizowanego ćwiczenia, potrafi w sposób zrozumiały prezentować oraz dyskutować osiągnięte wyniki

III. INNE PRZYDATNE INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

1. Wszelkie informacje dla studentów kierunku Inżynieria Materiałowa wraz z:
 - programem studiów,
 - instrukcjami do wybranych ćwiczeń laboratoryjnych,
 - harmonogramem odbywania zajęć
dostępne są na tablicy informacyjnej oraz stronie internetowej kierunku Inżynieria Materiałowa: www.inzynieriamaterialowa.pl
2. Rozkład konsultacji jest dostępny na stronie internetowej Instytutu Inżynierii Materiałowej: www.inzynieriamaterialowa.pl, na tabliczkach informacyjnych umieszczanych na drzwiach gabinetów pracowników oraz w sekretariacie Instytutu. Informacje na temat godzin konsultacji przekazywane są także bezpośrednio na zajęciach.