



Nazwa modułu zajęć: Przemiany fazowe i obliczanie diagramów fazowych

Rok akademicki: 2019/2020 Kod: NRCM-1-602-s Punkty ECTS: 5

Wydział: Metali Nieżelaznych

Kierunek: Recykling i Metalurgia Specjalność: —

Poziom studiów: Studia I stopnia Forma studiów: Stacjonarne

Język wykładowy: Polski Profil: Ogólnoakademicki (A) Semestr: 6

Strona www: —

Prowadzący moduł: dr hab, prof. AGH Onderka Bogusław (onderka@agh.edu.pl)

### Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Podstawowa wiedza teoretyczną z zakresu stabilności faz, klasyfikacji przemian fazowych i metod modelowania energii Gibbsa faz. Metody obliczeń wykresów fazowych za pomocą formalizmu Calphad.

### Opis efektów uczenia się dla modułu zajęć

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Powiązania z KEU	Sposób weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w ramach poszczególnych form zajęć i dla całego modułu zajęć
Wiedza: zna i rozumie			
M_W001	Zna sposoby opisu właściwości termodynamicznych faz skondensowanych oraz zna sposoby ich wyznaczania na drodze eksperymentu.	RCM1A_W01	Egzamin, Aktywność na zajęciach
M_W002	Zna i rozumie sposoby modelowania faz układów metalicznych	RCM1A_W01	Kolokwium, Egzamin
M_W003	Zna i rozumie klasyfikację przemian fazowych i sposoby ich badań eksperymentalnych	RCM1A_W07, RCM1A_W01	Kolokwium, Egzamin
M_W004	Zna sposoby opisu właściwości termodynamicznych faz skondensowanych oraz zna sposoby ich wyznaczania na drodze eksperymentu.	RCM1A_W01, RCM1A_W03	Egzamin, Aktywność na zajęciach

M_W005	Umie wyznaczać wykresy fazowe stabilności faz dla układów jedno- i dwuskładnikowych i zna ich zastosowanie praktyczne.	RCM1A_W01	Egzamin
Umiejętności: potrafi			
M_U001	Umie przewidzieć ewolucję temperaturową prostego układu trójskładnikowego z zaznaczeniem reakcji niezmienniczych metodą równowagową i Scheila.	RCM1A_U01	Kolokwium, Egzamin
M_U002	Potrafi obliczyć prosty układ jedno i dwu składnikowy i zastosować diagram fazowy w rozwiązywaniu problemów technologicznych	RCM1A_U08, RCM1A_U01, RCM1A_U05	Kolokwium, Egzamin
M_U003	Zna i rozumie podstawowe klasyfikacje przemian fazowych	RCM1A_U01, RCM1A_U05	Egzamin
Kompetencje społeczne: jest gotów do			
M_K001	Jest świadomy konieczności i potrzeby ciągłego poszerzania swej wiedzy	RCM1A_K03, RCM1A_K01, RCM1A_K02	Aktywność na zajęciach

### Liczba godzin zajęć w ramach poszczególnych form zajęć

Suma	Forma zajęć dydaktycznych										
	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
60	30	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0

### Matryca kierunkowych efektów uczenia się w odniesieniu do form zajęć i sposobu zaliczenia, które pozwalają na ich uzyskanie

Kod MEU	Student, który zaliczył moduł zajęć zna i rozumie/potrafi/jest gotów do	Forma zajęć dydaktycznych										
		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia laboratoryjne	Ćwiczenia projektowe	Konwersatorium	Zajęcia seminaryjne	Zajęcia praktyczne	Zajęcia terenowe	Zajęcia warsztatowe	Prace kontrolne i przejściowe	Lektorat
Wiedza: zna i rozumie												
M_W001	Zna sposoby opisu właściwości termodynamicznych faz skondensowanych oraz zna sposoby ich wyznaczania na drodze eksperymentu.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

M_W002	Zna i rozumie sposoby modelowania faz układów metalicznych	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W003	Zna i rozumie klasyfikację przemian fazowych i sposoby ich badań eksperymentalnych	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W004	Zna sposoby opisu właściwości termodynamicznych faz skondensowanych oraz zna sposoby ich wyznaczania na drodze eksperymentu.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M_W005	Umie wyznaczać wykresy fazowe stabilności faz dla układów jedno- i dwuskładnikowych i zna ich zastosowanie praktyczne.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Umiejętności: potrafi												
M_U001	Umie przewidzieć ewolucję temperaturową prostego układu trójskładnikowego z zaznaczeniem reakcji niezmienniczych metodą równowagową i Scheila.	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U002	Potrafi obliczyć prosty układ jedno i dwu składnikowy i zastosować diagram fazowy w rozwiązywaniu problemów technologicznych	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
M_U003	Zna i rozumie podstawowe klasyfikacje przemian fazowych	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kompetencje społeczne: jest gotów do												
M_K001	Jest świadomy konieczności i potrzeby ciągłego poszerzania swej wiedzy	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-

## Nakład pracy studenta (bilans punktów ECTS)

Forma aktywności studenta	Obciążenie studenta
Udział w zajęciach dydaktycznych/praktyka	60 godz
Przygotowanie do zajęć	50 godz
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	30 godz
Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe	2 godz
Dodatkowe godziny kontaktowe	4 godz
Sumaryczne obciążenie pracą studenta	146 godz
Punkty ECTS za moduł	5 ECTS

## Pozostałe informacje

## **Szczegółowe treści kształcenia w ramach poszczególnych form zajęć (szczegółowy program wykładów i pozostałych zajęć)**

### **Wykład**

Równowaga faz: reguła faz Gibbsa, zmodyfikowana postać reguły faz, przykłady zastosowań;

Układy jednoskładnikowe: graficzna reprezentacja równowagi faz, diagram fazowy, układy podwójne, reakcje niezmiennicze;

Klasyfikacja przemian fazowych wg Ehrenfesta i Landaua, równanie Avramiego.

Roztwory: funkcje termodynamiczne roztworów, opis i sposoby wyznaczania właściwości termodynamicznych, równanie Gibbsa-Duhema, modele opisu;

Interpretacja geometryczna równowagi faz: Metody obliczania układu dwuskładnikowego; metody podsieciowe.

Roztwory trójskładnikowe: Równowaga faz w układzie trójskładnikowym, przypadki inwariantów, metody opisu faz stałych, model podsieci;

Ewolucja temperaturowa prostego układu trójskładnikowego z zaznaczeniem reakcji niezmienniczych metodą równowagową i Scheila.

Metoda Calphad; Nowoczesne oprogramowanie do obliczania wykresów fazowych;

### **Ćwiczenia laboratoryjne**

Obliczenie diagramu fazowego czystej substancji,

Zastosowanie oprogramowania Pandat do obliczenia równowag fazowych w układach dwuskładnikowych i trójskładnikowych: wykresy równowagi T-x i T-x-x, wykresy potencjałowe, cięcia układu 3-składnikowego - izoplety,

Obliczanie funkcji termodynamicznych, składu fazowego, rzutu likwidusu. Obliczenia ścieżki krystalizacji na metoda Scheila.

### **Metody i techniki kształcenia:**

Wykład: Treści prezentowane na wykładzie są przekazywane w formie prezentacji multimedialnej w połączeniu z klasycznym wykładem tablicowym wzbogaconymi o pokazy odnoszące się do prezentowanych zagadnień.

Ćwiczenia laboratoryjne: W trakcie zajęć laboratoryjnych studenci samodzielnie rozwiązują zadany problem praktyczny, dobierając odpowiednie narzędzia. Prowadzący stymuluje grupę do refleksji nad problemem, tak by otrzymane wyniki miały wysoką wartość merytoryczną.

### **Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu:**

Warunki podstawowe:

Zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych (2 kolokwia).

Zaliczenie egzaminu.

### **Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa:**

Wykład:

- Obecność obowiązkowa: Nie

- Zasady udziału w zajęciach: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia laboratoryjne:

- Obecność obowiązkowa: Tak

- Zasady udziału w zajęciach: Udział w ćwiczeniach z oprogramowaniem dedykowanym do obliczeń

termodynamicznych i oceny krytycznej wykresów fazowych.

### **Sposób obliczania oceny końcowej**

Ocena jest obliczana wg. wzoru:

ocena końcowa = 50%(2 kolokwia) + 50%(ocena z zaliczenia ćwiczeń laboratoryjnych)

Przy zaliczeniach poszczególnych zajęć stosuje się następujące oceny:

91 - 100%: bardzo dobry (5.0)

81 - 90%: plus dobry (4.5)

71 - 80%: dobry (4.0)

61 - 70%: plus dostateczny (3.5)

50 - 60%: dostateczny (3.0)

### **Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach:**

Konsultacje i samodzielne studiowanie zadanej literatury.

### **Wymagania wstępne i dodatkowe, z uwzględnieniem sekwencyjności modułów**

Wymagane znajomość podstaw fizykochemii. Wymagana bierna znajomość języka angielskiego w celu czytania literatury fachowej.

### **Zalecana literatura i pomoce naukowe**

F. Rhines: Phase diagrams in metallurgy, Mc Graw Hill, 1956

A. Prince: Alloy phase equilibria, Elsevier, 1966

D.R.E. West: Ternary equilibrium diagrams, Chapman and Hall, 1982

N.Saunders, A.P.Miodownik, CALPHAD, Calculation of Phase Diagrams, A Comprehensive Guide, Pergamon, 1998

D.A. Porter, K.E. Easterling, M.Y. Sherif, Phase Transformations in Metals and Alloys, wyd.III, CRC press, Taylor&Francis Group, London, 2009

Dodatkowo:

H.L. Lukas, S.G. Fries, B. Sundman, Computational thermodynamics: the CALPHAD method, Cambridge University Press, 2007

### **Publikacje naukowe osób prowadzących zajęcia związane z tematyką modułu**

Nie podano dodatkowych publikacji

### **Informacje dodatkowe**

Brak