



## Termodynamika

### Karta opisu przedmiotu

#### Informacje podstawowe

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kierunek studiów</b><br>Komputerowo Wspomagana Inżynieria Materiałów Budowlanych<br><b>Specjalność</b><br>-<br><b>Jednostka organizacyjna</b><br>Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki<br><b>Poziom kształcenia</b><br>Studia inżynierskie I stopnia<br><b>Forma studiów</b><br>Stacjonarne<br><b>Profil studiów</b><br>Ogólnoakademicki |                                                                                                                                                            | <b>Cykl dydaktyczny</b><br>2024/2025<br><b>Kod przedmiotu</b><br>CKWIS.li4.00725.24<br><b>Języki wykładowe</b><br>polski<br><b>Obligatoryjność</b><br>Obowiązkowy<br><b>Blok zajęciowy</b><br>Przedmioty podstawowe<br><b>Przedmiot powiązany z badaniami naukowymi</b><br>Nie |
| <b>Koordynator przedmiotu</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Ewa Drożdż, Joanna Klich-Kafel                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Prowadzący zajęcia</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ewa Drożdż, Marzena Mitoraj-Królikowska, Agnieszka Łącz, Joanna Klich-Kafel                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Okres</b><br>Semestr 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Forma zaliczenia</b><br>Egzamin<br><br><b>Forma prowadzenia i godziny zajęć</b><br>Wykład: 30<br>Zajęcia seminaryjne: 15<br>Ćwiczenia laboratoryjne: 15 | <b>Liczba punktów ECTS</b><br>5                                                                                                                                                                                                                                                |

#### Cele kształcenia dla przedmiotu

|    |                                                                                                                                                        |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C1 | Celem przedmiotu jest dostarczenie studentom wiedzy na temat zasad termodynamiki, termochemii, przemian fizycznych substancji oraz diagramów fazowych. |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Efekty uczenia się dla przedmiotu

| Kod                                                     | Efekty w zakresie                                                                                     | Kierunkowe efekty uczenia się | Metody weryfikacji                                                  |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Wiedzy - Student zna i rozumie:</b>                  |                                                                                                       |                               |                                                                     |
| W1                                                      | Ma wiedzę niezbędną do rozumienia i opisu procesów zachodzących w materiałach w ujęciu termodynamiki. | KWI1A_W01, KWI1A_W02          | Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie |
| <b>Umiejętności - Student potrafi:</b>                  |                                                                                                       |                               |                                                                     |
| U1                                                      | Potrafi wykonać obliczenia dotyczące funkcji termodynamicznych, równowag chemicznych i fazowych       | KWI1A_U01                     | Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie                                    |
| U2                                                      | Potrafi wykorzystać poznane prawa termodynamiki do opisu zjawisk zachodzących w materiałach           | KWI1A_U01                     | Kolokwium, Egzamin, Sprawozdanie                                    |
| <b>Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:</b> |                                                                                                       |                               |                                                                     |
| K1                                                      | Jest gotów do określenia problemu i oceny skutków działalności inżynierskiej                          | KWI1A_K01, KWI1A_K02          | Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Egzamin               |

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

### Wykład:

Termodynamika – podstawowe pojęcia, I zasada. Termodynamika przemian gazowych – gazy doskonałe i rzeczywiste. Termochemia. Termodynamika przemian fazowych i reakcji chemicznych. Termodynamika - II zasada - pojęcie entropii, entropia przemian gazowych, fazowych i reakcji chemicznych. Funkcja Gibbsa – kryteria samorzutności procesów w przyrodzie – reguła faz. Równowagi w układach jednoskładnikowych, dwuskładnikowych i wieloskładnikowych. Typy diagramów fazowych, konstrukcja i interpretacja. Równowaga chemiczna.

### Seminarium:

I zasada – przemiany gazowe, przemiany fazowe i reakcje chemiczne. Bilans energetyczny, kalorymetria. Prawo Hessa i Kirchhoffa. Termodynamika - II zasada – pojęcie entropii. Entropia przemian gazowych, fazowych i reakcji chemicznych. Entalpia swobodna i energia swobodna. Kryteria samorzutności procesów w przyrodzie. Równowaga chemiczna w układach homogenicznych i heterogenicznych. Reguła faz - diagramy fazowe. Praktyczne wykorzystanie równowag ciecz-para - destylacja. Diagramy fazowe ciało stałe - ciecz. Termodynamika ogniw chemicznych.

### Laboratoria:

1) Wyznaczenie iloczynu rozpuszczalności AgCl. 2) Diagramy fazowe: Destylacja/Diagram fazowy układu Sn-Pb. 3) Wyznaczenie funkcji termodynamicznych z pomiarów SEM ogniwa./Wyznaczenie entalpii zobojętniania.

## Nakład pracy studenta

| Rodzaje zajęć studenta                 | Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Wykład                                 | 30                                                               |
| Zajęcia seminaryjne                    | 15                                                               |
| Ćwiczenia laboratoryjne                | 15                                                               |
| Samodzielne studiowanie tematyki zajęć | 28                                                               |

|                                     |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Egzamin lub kolokwium zaliczeniowe  | 2                           |
| Dodatkowe godziny kontaktowe        | 5                           |
| Przygotowanie do zajęć              | 30                          |
| <b>Łączny nakład pracy studenta</b> | <b>Liczba godzin</b><br>125 |
| <b>Liczba godzin kontaktowych</b>   | <b>Liczba godzin</b><br>60  |

\* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

### Treści programowe

| Lp. | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Efekty uczenia się dla przedmiotu | Formy prowadzenia zajęć |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| 1.  | Wykład:<br><br>Termodynamika – podstawowe pojęcia, I zasada.<br>Termodynamika przemian gazowych – gazy doskonałe i rzeczywiste. Termochemia. Termodynamika przemian fazowych i reakcji chemicznych.<br>Termodynamika - II zasada - pojęcie entropii, entropia przemian gazowych, fazowych i reakcji chemicznych.<br>Funkcja Gibbsa – kryteria samorzutności procesów w przyrodzie – reguła faz.<br>Równowagi w układach jednoskładnikowych, dwuskładnikowych i wieloskładnikowych.<br>Typy diagramów fazowych, konstrukcja i interpretacja.<br>Równowaga chemiczna.                                      | W1, U2, K1                        | Wykład                  |
| 2.  | Seminarium:<br><br>I zasada – przemiany gazowe, przemiany fazowe i reakcje chemiczne.<br>Bilans energetyczny, kalorymetria. Prawo Hessa i Kirchhoffa.<br>Termodynamika - II zasada – pojęcie entropii. Entropia przemian gazowych, fazowych i reakcji chemicznych.<br>Entalpia swobodna i energia swobodna. Kryteria samorzutności procesów w przyrodzie.<br>Równowaga chemiczna w układach homogenicznych i heterogenicznych.<br>Reguła faz - diagramy fazowe.<br>Praktyczne wykorzystanie równowag ciecz-para - destylacja.<br>Diagramy fazowe ciało stałe – ciecz.<br>Termodynamika ogni chemicznych. | W1, U1, U2, K1                    | Zajęcia seminaryjne     |
| 3.  | Laboratoria:<br>1) Wyznaczenie iloczynu rozpuszczalności AgCl. 2) Diagramy fazowe: Destylacja/Diagram fazowy układu Sn-Pb.<br>3) Wyznaczenie funkcji termodynamicznych z pomiarów SEM ogniwa./Wyznaczenie entalpii zobojętniania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | W1, U1, U2, K1                    | Ćwiczenia laboratoryjne |

## Informacje rozszerzone

### Metody i techniki kształcenia :

Metoda warsztatowa (ang. workshop), Wykład, Metoda ćwiczebna (np. wykonywanie zadań przy tablicy), Kształcenie mieszane (ang. blended learning), Metoda problemowa (ang. Problem Based Learning), Design thinking, Praca grupowa, Dyskusja

| Rodzaj zajęć            | Metody zaliczenia                                          | Warunki zaliczenia przedmiotu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wykład                  | Egzamin                                                    | Obecność na wykładach nie jest obowiązkowa. Warunkiem przystąpienia do egzaminu jest uzyskanie pozytywnej oceny z seminarium oraz z laboratoriów. Egzamin obejmuje materiał z wykładów, seminarium oraz laboratorium. Egzamin jest oceniany zgodnie z regulaminem studiów AGH.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Zajęcia seminaryjne     | Kolokwium                                                  | Warunkiem zaliczenia seminarium jest obecność na zajęciach oraz uzyskanie pozytywnej oceny z 3 kolokwίων pisemnych (minimum 50 % punktów z ocen kolokwίων). W przypadku usprawiedliwionej nieobecności na kolokwium student ma możliwość napisania zaległego kolokwium w terminie uzgodnionym z prowadzącym zajęcia. W przypadku nieusprawiedliwionej nieobecności na kolokwium student otrzymuje za nie zero punktów i nie ma możliwości napisania zaległego kolokwium. Student, który uczęszczał na zajęcia lecz otrzymał ocenę negatywną ma możliwość przystąpienia do zaliczenia w terminie poprawkowym. |
| Ćwiczenia laboratoryjne | Wykonanie ćwiczeń laboratoryjnych, Kolokwium, Sprawozdanie | Laboratoria są zajęciami obowiązkowymi. Warunkiem uzyskania zaliczenia z ćwiczeń laboratoryjnych jest wykonanie 3 ćwiczeń, wykonanie z każdego z nich sprawozdania, zaliczenie 3 kolokwίων wstępnych oraz kolokwium końcowego - szczegółowe informacje zostaną podane przez prowadzącego na pierwszych zajęciach.                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

### Dodatkowy opis

Student, który nie uzyskał zaliczenia z seminarium lub laboratoriów w I terminie ma możliwość uzyskania zaliczenia z tych części przedmiotu w dwu terminach poprawkowych. W przypadku braku zaliczenia z jednej z tych części student nie będzie miał możliwości przystąpienia do egzaminu.

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

Student zostaje dopuszczony do egzaminu jeśli uzyskał zaliczenie (pozytywną ocenę) z laboratoriów i seminarium. Student, który nie uzyskał zaliczenia z seminarium lub laboratoriów w I terminie ma możliwość uzyskania zaliczenia z tych części przedmiotu w dwu terminach poprawkowych (I i II term. poprawkowy). Do egzaminu można przystąpić dopiero po uzyskaniu zaliczeń z obu części przedmiotu - laboratoriów i seminarium. Nie przystąpienie do któregoś z terminów egzaminu skutkuje jego utratą.

Warunkiem zaliczenia seminarium jest obecność na zajęciach oraz uzyskanie pozytywnej oceny z 3 kolokwίων pisemnych (minimum 50 % punktów z ocen kolokwίων). Oceny są wystawiane zgodnie z regulaminem studiów AGH. Student, który uczęszczał na zajęcia lecz otrzymał ocenę negatywną ma możliwość przystąpienia do zaliczenia w dwu terminach poprawkowych.

Warunkiem uzyskania zaliczenia z ćwiczeń laboratoryjnych jest wykonanie 3 ćwiczeń, wykonanie z każdego z nich sprawozdania, zaliczenie 3 kolokwίων wstępnych oraz kolokwium końcowego. Na sumaryczną ilość punktów z laboratorium składają się punkty otrzymane ze sprawozdań, kolokwίων wstępnych oraz kolokwium końcowego - szczegółowe informacje zostaną podane przez prowadzącego na pierwszych zajęciach. Oceny z laboratorium są wystawiane zgodnie z regulaminem studiów AGH.

### Sposób obliczania oceny końcowej

Ocena końcowa =  $0,25 \times \text{średnia ocena laboratorium} + 0,25 \times \text{średnia ocena seminarium} + 0,5 \times \text{średnia ocena z egzaminu}$

(oceny średnie oblicza się jako średnią arytmetyczną ocen uzyskanych we wszystkich terminach).

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

Nieobecność na seminarium wymaga od studenta samodzielnego opanowania materiału omawianego na tych zajęciach natomiast usprawiedliwiona nieobecność na laboratorium będzie podstawą do umożliwienia studentowi odrobienia zajęć.

## **Wymagania wstępne i dodatkowe**

Zaliczenie modułu "Chemia"

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

Wykład: 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.

Obecność na wykładach nie jest obowiązkowa.

Seminarium: Dopuszczalne jest jedna nieobecność na zajęciach na których nie jest planowane kolokwium. Obecność na kolokwium jest obowiązkowa. W przypadku usprawiedliwionej nieobecności na kolokwium student ma możliwość napisania zaległego kolokwium w terminie uzgodnionym z prowadzącym zajęcia. W przypadku nieusprawiedliwionej nieobecności na kolokwium student otrzymuje za nie zero punktów i nie ma możliwości napisania zaległego kolokwium.

Student, który uczęszczał na zajęcia lecz otrzymał ocenę negatywną ma możliwość przystąpienia do zaliczenia w terminie poprawkowym.

Studenci przystępując do ćwiczeń są zobowiązani do przygotowania się w zakresie wskazanym każdorazowo przez prowadzącego (np. w formie zestawu zagadnień/pyta/zadań).

Laboratoria: Laboratoria są zajęciami obowiązkowymi. Warunkiem uzyskania zaliczenia z ćwiczeń laboratoryjnych jest wykonanie 3 ćwiczeń, wykonanie z każdego z nich sprawozdania, zaliczenie 3 kolokwium wstępnych oraz kolokwium końcowego - szczegółowe informacje zostaną podane przez prowadzącego na pierwszych zajęciach.

## **Literatura**

### **Obowiązkowa**

1. P. W. Atkins, Chemia Fizyczna, PWN, Warszawa 2007
2. K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna t.1, PWN Warszawa 2011
3. L. Sobczyk, A. Kiswa, K. Gatner, A. Koll - Eksperymentalna chemia fizyczna
4. Sz.Chudoba, Z.Kubas, K.Pytel - Elementy chemii fizycznej

### **Dodatkowa**

1. Instrukcje do ćwiczeń laboratoryjnych

## Kierunkowe efekty uczenia się

| Kod       | Treść                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| KWI1A_K01 | Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej i jest gotów do doksztalcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych, krytycznie ocenia posiadaną wiedzę, potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy                                                                                                  |
| KWI1A_K02 | Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną, gotowość podporządkowania się zasadom pracy w grupie i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania                                                                                                                                                        |
| KWI1A_U01 | Potrafi dobrać odpowiedni materiał budowlany do zdefiniowanego zastosowania stosując wiedzę z obszaru inżynierii chemicznej i materiałowej                                                                                                                                                                                  |
| KWI1A_W01 | Ma wiedzę z obszaru nauk podstawowych (matematyka, fizyka, chemia) oraz przedmiotów kierunkowych potrzebną do zrozumienia budowy i właściwości materiałów budowlanych oraz powiązań pomiędzy budową i właściwościami materiałów                                                                                             |
| KWI1A_W02 | Ma wiedzę z obszaru inżynierii chemicznej i materiałowej, pozwalającą na rozumienie zależności pomiędzy sposobem otrzymywania, budową wewnętrzną i właściwościami materiałów budowlanych i na tej podstawie rozumie zjawiska zachodzące w trakcie wytwarzania, eksploatacji, degradacji i utylizacji materiałów budowlanych |