

# POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

## KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2012/2013

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Energetyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: niestacjonarne

Kod kierunku: E

Stopień studiów: I

Specjalności: Energetyka odnawialna, Systemy i urządzenia energetyczne, Urządzenia i instalacje ochrony środowiska

### 1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

|   |                                |
|---|--------------------------------|
| NAZWA PRZEDMIOTU                        | Podstawy termodynamiki         |
| NAZWA PRZEDMIOTU<br>W JĘZYKU ANGIELSKIM | Fundamentals of thermodynamics |
| KOD PRZEDMIOTU                          | E208                           |
| KATEGORIA PRZEDMIOTU                    | Przedmioty kierunkowe          |
| LICZBA PUNKTÓW ECTS                     | 4.00                           |
| SEMESTRY                                | 1                              |

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

| SEMESTR | WYKŁAD | ĆWICZENIA | LABORATORIUM | LABORATORIUM<br>KOMPUTERO-<br>WE | PROJEKT | SEMINARIUM |
|---------|--------|-----------|--------------|----------------------------------|---------|------------|
| 1       | 9      | 0         | 9            | 0                                | 0       | 0          |

### 3 CELE PRZEDMIOTU

**Cel 1** Poznanie opisu matematycznego substancji, układu, przemiany oraz praw termodynamicznych.

**Cel 2** Uzyskanie umiejętności pomiarowych podstawowych parametrów termodynamicznych i metody wzorcowania przyrządów.

**Cel 3** Uzyskanie umiejętności analizy inżynierskiej prostych zjawisk termodynamicznych na drodze pomiarowej i obliczeniowej

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

1 Znajomość matematyki i fizyki w zakresie szkoły średniej.

## 5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

**EK1 Wiedza** Zna modele matematyczne substancji a w szczególności gazu i pary i ich opis. Zna modele matematyczne procesów termodynamicznych w tym przemian substancji, obiegów termodynamicznych. Zna metody pomiarowe dotyczące parametrów termodynamicznych substancji.

**EK2 Umiejętności** Potrafi obliczyć stan termodynamiczny substancji i układu na podstawie znajomości jego parametrów. Potrafi przeanalizować energię przemiany termodynamicznej na poziomie inżynierskim.

**EK3 Umiejętności** Potrafi dokonać pomiaru inżynierskiego stanu termodynamicznego lub przeprowadzić wzorcowanie przyrządu pomiarowego.

**EK4 Kompetencje społeczne** Potrafi współpracować w grupie dokonując pomiarów.

## 6 TREŚCI PROGRAMOWE

| WYKŁAD    |   |                  |
|-----------|---|------------------|
| LP        | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH  | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>W1</b> | Pojęcia podstawowe, układ termodynamiczny. Stan układu: parametry stanu, równanie stanu, zerowa zasada termodynamiki. Przemiana termodynamiczna. Praca bezwzględna, techniczna i użyteczna przemiany. Ciepło przemiany, właściwa pojemność cieplna. Bilans energii. Energia układu, energia wewnętrzna, energia strugi, entalpia. I zasada termodynamiki. | 2                |
| <b>W2</b> | Termiczne równanie stanu gazu doskonałego i półdoskonałego. Funkcje stanu gazów doskonałych i półdoskonałych (równania kaloryczne). II zasada termodynamiki. Pojęcie entropii.  | 1                |
| <b>W3</b> | Przemiany odwracalne i nieodwracalne. Roztwory gazów doskonałych i półdoskonałych. Prawo Leduca i Daltona. Parametry i funkcje stanu roztworu. Układ ciepła Belpairea. Przemiany charakterystyczne gazów doskonałych i półdoskonałych.  | 2                |
| <b>W4</b> | Obiegi termodynamiczne. Obieg Carnota. Obiegi charakterystyczne gazowe. Praca maksymalna. Egzergia.   | 2                |
| <b>W5</b> | Przemiany fazowe, zmiana stanu skupienia, wykresy charakterystyczne, parametry i funkcje stanu w zakresie par. Podstawowe obiegi parowe. Gaz wilgotny i jego przemiany. Parametry i funkcje stanu gazu wilgotnego. Przemiany w zakresie powietrza wilgotnego i wykres Molliera.   | 2                |

| LABORATORIUM |  |                  |
|--------------|--|------------------|
| LP           | TEMATYKA ZAJĘĆ<br>OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH   | LICZBA<br>GODZIN |
| <b>L1</b>    | Pomiary ciśnienia statycznego i dynamicznego. Wzorcowanie przetworników ciśnienia (rodzaje przetworników ciśnienia)  | 2                |
| <b>L2</b>    | Pomiar temperatury. Skale termometryczne, międzynarodowa praktyczna skala temperatur. Klasyfikacja przyrządów pomiarowych wg zasad działania. Własności metrologiczne. Wzorcowanie termometrów. Metody prowadzenia pomiarów temperatury z uwzględnieniem wpływu parametrów mających wpływ na dokładność pomiaru. | 2                |
| <b>L3</b>    | Pomiar stopnia suchości pary (kociołek Pappena) doświadczalne wyznaczenie krzywej nasycenia.   | 1                |
| <b>L4</b>    | Pomiar wilgotności powietrza. Obliczenia podstawowych parametrów. Przyrządy i metody pomiarowe. Higrometry, psychrometry.  | 2                |
| <b>L5</b>    | Pomiary strumienia masy i objętości substancji. Pomiar przepływu płynu. Kryteria podziału przepływomierzy. Podstawy teoretyczne przepływomierzy spiętrzających przepływ (zweźkowe, krzywakowe, sondy uśredniające, zawory pomiarowe).  | 2                |

## 7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

**N1** Ćwiczenia laboratoryjne

**N2** Praca w grupach

**N3** Wykłady

**N4** Zadania tablicowe

## 8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

| FORMA AKTYWNOŚCI   | ŚREDNIA LICZBA GODZIN<br>NA ZREALIZOWANIE<br>AKTYWNOŚCI |
|--|---|
| <b>Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:</b>                                     |   |
| Godziny wynikające z planu studiów   | 0   |
| Konsultacje przedmiotowe   | 20  |
| Egzaminy i zaliczenia w sesji  | 6   |
| ekonsultacje   | 4   |
| <b>Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:</b> |   |
| Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury                               | 30  |
| Opracowanie wyników  | 22  |
| Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji   | 0   |
| przygotowanie do laboratoriów  | 20  |
| <b>SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z<br/>CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA</b>    | <b>102</b>  |
| SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU  | 4.00  |

## 9 SPOSOBY OCENY

### OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Kolokwium

### OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

### WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Warunkiem zaliczenia przedmiotu jest zaliczenie wszystkich efektów kształcenia.

W2 Ocena jest oceną średnią z poszczególnych efektów kształcenia.

### OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Ćwiczenie praktyczne

### KRYTERIA OCENY

| EFEKT KSZTAŁCENIA 1 |  |
|---------------------|--|
| NA OCENĘ 2.0        | Nie ma wiadomości wystarczających na ocenę 3.  |
| NA OCENĘ 3.0        | Zna podstawowy opis substancji tj. parametrów i funkcji stanu wraz z odpowiednimi jednostkami. Zna podstawowy opis par, gazu wilgotnego. Zna pojęcie pracy i ciepła w termodynamice, zna opis przemian gazu i par. Zna w przybliżeniu podstawowe obiegi termodynamiczne gazowe i parowe. |
| NA OCENĘ 3.5        | Ma wiadomości na ocenę dostateczną a ponadto zna częściowo wykresy charakterystyczne dla przemian fazowych co najmniej w układzie p-t.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Ma wiadomości na ocenę 3,5 a ponadto zna wykresy charakterystyczne dla przemian fazowych co najmniej w układzie p-t i p-v.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Ma wiadomości na ocenę 4 a ponadto zna wykresy charakterystyczne dla przemian fazowych co najmniej w układzie p-t i p-v. Zna dobrze obiegi: Lindego i Clausisa Rankine, Otto, Diesla, Joule.   |
| NA OCENĘ 5.0        | Ma wiadomości na ocenę 4.5 i swoje wiadomości potrafi bezbłędnie przekazać.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 2 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada umiejętności wystarczających na ocenę 3.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi obliczyć stan układu lub substancji na podstawie zmierzonych parametrów. Potrafi posługiwać się jednostkami miary termodynamicznych parametrów i funkcji stanu.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Potrafi wykonać obliczenia na ocenę 3 a ponadto potrafi obliczyć pracę ciepło i zbilansować układ z pewnymi błędami.   |
| NA OCENĘ 4.0        | Potrafi wykonać obliczenia na ocenę 3.5 a ponadto potrafi obliczyć pracę ciepło i zbilansować układ z niewielkimi błędami. Potrafi obliczenia przeprowadzić dla gazów i par.   |
| NA OCENĘ 4.5        | Potrafi wykonać obliczenia na ocenę 4 a ponadto potrafi obliczyć pracę ciepło i zbilansować układ bez błędów.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Ma umiejętności na ocenę 4.5 i potrafi je bezbłędnie przedstawić.  |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 3 |  |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie posiada umiejętności wystarczających na ocenę 3.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi dokonać pomiaru podstawowych parametrów termodynamicznych i przeprowadzić wzorcowanie przyrządów.  |
| NA OCENĘ 3.5        | Potrafi wykonać pomiar na ocenę 3 a ponadto dokonać obliczeń stanu substancji lub układu z pewnymi błędami.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Potrafi wykonać pomiar na ocenę 3.5 a ponadto dokonać bezbłędnych obliczeń stanu substancji lub układu.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Potrafi wykonać pomiar na ocenę 4 a ponadto dokonać obliczeń niepewności pomiaru.  |

|                     |   |
|---------------------|---|
| NA OCENĘ 5.0        | Ma umiejętności na ocenę 4.5 i potrafi je bezbłędnie wykorzystać.   |
| EFEKT KSZTAŁCENIA 4 |   |
| NA OCENĘ 2.0        | Nie potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.   |
| NA OCENĘ 3.0        | Potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych.   |
| NA OCENĘ 3.5        | Potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych wykazując nieco inicjatywy.  |
| NA OCENĘ 4.0        | Potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych wykazując znaczną inicjatywę.  |
| NA OCENĘ 4.5        | Potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych biorąc na siebie rolę lidera grupy.  |
| NA OCENĘ 5.0        | Potrafi współpracować w grupie przy realizacji ćwiczeń laboratoryjnych będąc jej członkiem i liderem i prowadząc poczynania grupy w sposób prawidłowy dla realizacji pomiaru. |

## 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_W09,<br>K1_K01  | Cel 1           | L1 L2 L3 L4 L5    | N3 N4                 | F2            |
| EK2               | K1_W09,<br>K1_K01  | Cel 2 Cel 3     | L1 L2 L3 L4 L5    | N1 N2 N3 N4           | F1 F2 P1      |
| EK3               | K1_W09,<br>K1_U08  | Cel 2 Cel 3     |                   | N1 N2 N4              | F1 F2 P1      |
| EK4               | K1_W09,<br>K1_U08  | Cel 2           |                   | N1 N2                 | F1            |

## 11 WYKAZ LITERATURY

### LITERATURA PODSTAWOWA

- [1 ] Szewczyk W., Wojciechowski J. — *Wykłady z termodynamiki z przykładami zadań, Część I Procesy*, Kraków, 2007, AGH
- [2 ] T.R.Fodemski i inni — *Pomiary Ciepłne*, Warszawa, 2001, WNT
- [3 ] Szargut J., Guzik A., Górniak H. — *Zadania z termodynamiki technicznej*, Gliwice, 2008, Politechnika Śląska

### LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1 ] Styrylska T. — *Termodynamika*, Kraków, 2004, Politechnika Krakowska

## 12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

### OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

prof. dr hab. inż. Piotr, Jerzy Cyklis (kontakt: pcyklis@mech.pk.edu.pl)

### OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr hab. inż. Antoni Gondek (kontakt: agondek@mech.pk.edu.pl)
- 2 dr inż. Jerzy Żelasko (kontakt: bniezgo@mech.pk.edu.pl)
- 3 dr inż. Ryszard Kantor (kontakt: rkantor@mech.pk.edu.pl)
- 4 dr inż. Jerzy Króll (kontakt: jerzykroll@poczta.fm)

## 13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

---

(miejsowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....  
.....  
.....  
.....