



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Techniki wysokiej próżni i niskich temperatur [S1FT1>TWPiNT]

### Przedmiot

Kierunek studiów  
Fizyka techniczna

Rok/Semestr  
3/6

Studia w zakresie (specjalność)  
–

Profil studiów  
ogólnoakademicki

Poziom studiów  
pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu  
polski

Forma studiów  
stacjonarne

Wymagalność  
obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład  
30

Laboratorium  
15

Inne (np. online)  
0

Ćwiczenia  
0

Projekty/seminaria  
0

### Liczba punktów ECTS

5,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Wojciech Koczorowski prof. PP  
wojciech.koczorowski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Podstawowe wiadomości z fizyki, termodynamiki i chemii takie jak: definicja gazu, rodzaje cząsteczek gazu, oddziaływania cząsteczek, pojęcie gazu doskonałego, gazu rzeczywistego, przemiany gazowe, ciśnienie. Wykonywanie rysunków technicznych, w tym obsługa oprogramowania, zdolności analityczne, wykorzystanie sieci Internet do zdobywania potrzebnych informacji. Zdolność do pracy w grupie, aktywna postawa do rozwiązywania problemów.

### Cel przedmiotu

1. W zakresie wiedzy: przedstawienie studentom wiedzy określonej przez treści programowe, 2. W zakresie umiejętności: opanowanie podstaw technik wytwarzania wysokiej próżni i metod uzyskiwania niskich temperatur, oraz umiejętności projektowania, obsługi i eksploatacji próżniowych systemów pomiarowych, 3. W zakresie kompetencji społecznych: rozwijanie umiejętności pracy zespołowej.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

student pozna wiedzę w zakresie:

1. objaśniania praw dotyczących właściwości gazów pod obniżonym ciśnieniem oraz wskazać

podstawowe właściwości cieczy kriogenicznych i omówić metody uzyskiwania niskich temperatur - [k1\_w12].

2. zasad działania: pomp, próżniomierzy i innych urządzeń próżniowo- kriogenicznych, oraz systemy łączenia elementów - [k1\_w12, k1\_w13],

3. zasad konstruowania systemów próżniowych, wraz z rozpoznaniem i dobieraniem materiałów wykorzystywanych w omawianych technikach - [k1\_w13, k1\_w14].

Umiejętności:

student uzyska następujące umiejętności:

1. potrafi wykorzystać fachowe słownictwo i pracować z katalogami firm próżniowych, prawidłowo opisać montaż elementów w ramach standardowych połączeń systemowych - [k1\_u02, k1\_u03, k1\_u11],

2. potrafi samodzielnie projektować systemy dla wybranych procesów technologicznych, prawidłowo zastosować, zamontować i obsłużyć urządzenia próżniowo- kriogeniczne - [k1\_u03],

3. potrafi dokonywać diagnostyki wybranych urządzeń w tym identyfikować typowe usterki [k1\_u14]

Kompetencje społeczne:

student zdobędzie niżej wymienione kompetencje społeczne:

1. potrafi wyrazić i uzasadnić krytyczną ocenę dotyczącą konkretnych rozwiązań projektowych w oparciu o zdobytą wiedzę i umiejętności - [k1-k03]

## Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Ocena formująca:

a) W zakresie projektu: na podstawie:

(1) bieżących podstępów realizacji prac projektowych

(2) oceny przygotowania do zajęć

b) W zakresie wykładu, na podstawie:

(1) odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładów

Ocena podsumowująca:

a) W zakresie projektu: na podstawie:

(1) poprawności i formy przygotowanego projektu

(2) publicznej prezentacji wykonanego projektu

(3) dyskusji prowadzonej zarówno po własnej prezentacji jak i innych osób

b) W zakresie wykładu: na podstawie egzaminu pisemnego, egzaminie pisemnym na podstawie odpowiedzi na 7-10 pytań, kryteria oceny: 0-50% - ocena 2.0; 50,1-60% - ocena 3.0; 60,1-70% - ocena 3.5; 70,1-80% - ocena 4.0; 80,1-90% - ocena 4.5; 90,1-100% - ocena 5.0)

## Treści programowe

Wykład:

1. Podstawy kinetycznej teorii gazów i termodynamiki

2. Warunki lepkie i molekularne

3. Zjawiska lepkości, efuzji, dyfuzji i przewodnictwa cieplnego gazów pod obniżonym ciśnieniem

4. Opis i mechanizmy przepływu gazów

5. Fizyczne i chemiczne zjawiska zachodzące na powierzchni ciała stałego przy obniżonym ciśnieniu: sorpcja, desorpcja i adsorpcja

6. Podstawy technologii próżniowej

7. Materiały wykorzystywane w technice niskich ciśnień, systemy łączenia elementów próżniowych

8. Elementy instalacji próżniowych, oraz zasady projektowania i higieny pracy w technice próżniowej

9. Metody otrzymywania próżni i jej kontroli

10. Podział i zasada działania pomp próżniowych

11. Kryteria doboru pomp

12. Podstawy miernictwa próżniowego

13. Podział i zasada działania próżniomierzy

14. Spektrometria masowa

15. Nieszczelności w układach próżniowych i ich wykrywanie

16. Podstawy kriogeniki, podstawowe definicje

17. Uzyskiwanie niskich temperatur i skraplanie gazów

18. Własności gazów ciekłych i materiałów w niskich temperaturach

19. Zastosowanie techniki próżniowej i kriogeniki

Laboratorium:

1. Identyfikacja zastosowań różnych układów próżniowych.

2. Analiza parametrów dostępnych elementów i podzespołów na podstawie katalogów elementów próżniowych

3. Schematyczne przedstawianie układów próżniowych

4. Wykonanie projektu układu próżniowego (w grupach dwuosobowych) założenia projektowe losowane przez studentów. Projekt polega na zaprojektowaniu układu realizującego indywidualne założenia projektowe, w tym:

- zaprojektowaniu komory próżniowej
- doborze układu pompowego i pomiarowego
- wyborze dodatkowych elementów jak: okna, przepusty

5. Prezentacja wykonanych projektów i dyskusja

### Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja multimedialna, dyskusja.

2. Ćwiczenia laboratoryjne: ćwiczenia praktyczne, praca w zespole, opracowanie projektów indywidualnych układów próżniowych..

### Literatura

Podstawowa

1. Katalogi i instrukcje obsługi producentów urządzeń próżniowych

2. Technika Próżni, A. Hałas, OWPW, Wrocław, 2017

3. Technika wysokiej próżni, J. Groszkowski, PWN, Warszawa, 1978

4. Technika doświadczalna w fizyce niskich temperatur, G. K. White, PWN, Warszawa, 1965

5. Vacuum Technology Know How dostępny na stronie:

<http://www.pfeiffer-vacuum.com/downloads/container>, w formacie pdf

Uzupełniająca

1. Technologia wysokiej próżni, A. Hałas, PWN, Warszawa, 1980

2. Urządzenia próżniowe, J. Groszkowski, WSiP, Warszawa, 1982

3. Experimental techniques in Low-Temperature Physics, G. K. White, P. J. Meeson, Clarendon Press, Oxford, 2002

4. Matter and Methods at Low Temperatures, F. Pobell, Springer, Berlin, 1996

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

	Godzin	ECTS
Łączny nakład pracy	125	5,00
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	65	3,00
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu)	45	2,00