



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Technologia wysokiej próżni

### Przedmiot

Kierunek studiów

Edukacja Techniczno Informatyczna

Studia w zakresie (specjalność)

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Forma studiów

stacjonarne

Rok/semestr

3/5

Profil studiów

praktyczny

Język oferowanego przedmiotu

polski

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

20

Ćwiczenia

Laboratoria

30

Projekty/seminaria

Inne (np. online)

### Liczba punktów ECTS

4

### Wykładowcy

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Wojciech Koczorowski

email: wojciech.koczorowski@put.poznan.pl

tel. +48 61 665 33 31

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Technicznej

ul. Piotrowo 3 60-965 Poznań

Odpowiedzialny za przedmiot/wykładowca:

dr hab. inż. Wojciech Koczorowski

email: wojciech.koczorowski@put.poznan.pl

tel. +48 61 665 33 31

Wydział Inżynierii Materiałowej i Fizyki

Technicznej

ul. Piotrowo 3 60-965 Poznań

### 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 przedmiotu,
2. W zakresie umiejętności: opanowanie podstaw technik wytwarzania wysokiej próżni, oraz



umiejętności projektowania, obsługi i eksploatacji próżniowych systemów pomiarowych,

3. W zakresie kompetencji społecznych: rozwijanie umiejętności pracy zespołowej.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza

Student będzie potrafił:

1. Wytlumaczyć zasady konstruowania systemów próżniowych, wraz z rozpoznaniem i dobieraniem materiałów wykorzystywanych w omawianych technikach - [K\_W12, K\_W19],
2. Wytlumaczyć zasady działania: pomp, mierników i innych urządzeń próżniowo-kriogenicznych, oraz sposoby łączenia elementów - [K\_W01],
3. Objąć prawa dotyczące właściwości gazów pod obniżonym ciśnieniem i termodynamiki - [K\_W09]

Umiejętności

Student będzie potrafił:

1. Identyfikować typowe usterki wybranych urządzeń, wraz z elementami ich diagnostyki, oraz wskazać ich zastosowanie - [K\_U20 K\_U23],
2. Samodzielnie projektować systemy pod wybrane procesy technologiczne prawidłowo zastosować, zamontować i obsłużyć urządzenia próżniowe - [K\_U01 K\_U03 K\_U09],
3. Wykorzystać fachowe słownictwo i pracować z katalogami firm próżniowych, prawidłowo opisać montaż elementów w ramach połączeń systemowych - [U10 K\_U16 K\_U24].

Kompetencje społeczne

.Student zdobędzie niżej wymienione kompetencje społeczne:

1. Wyrzucić i uzasadnić krytyczną ocenę dotyczącą konkretnych rozwiązań projektowych w oparciu o zdobytą wiedzę i umiejętności. - [K\_K01, K\_K05],
2. Rozwijać umiejętność współpracy w zespole. - [K\_K01, K\_K05]

### 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 postępów realizacji prac projektowych
- (2) oceny przygotowania do zajęć

b) W zakresie wykładu, na podstawie:

- (1) odpowiedzi na pytania dotyczące materiału omówionego na poprzednich wykładach

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. Własności gazów ciekłych i materiałów w niskich temperaturach
18. Zastosowanie techniki próżniowej i kriogeniki

### Labolatorium:

1. Wykonywanie obliczeń w zakresie termodynamiki, właściwości gazów pod obniżonym ciśnieniem
2. Metody pomiaru ciśnienia
3. Prezentacja układów próżniowych o różnych zastosowaniach
4. Zapoznanie się z terminologią i katalogami elementów próżniowych
5. Schematyczne przedstawianie układów próżniowych
6. 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 wyznaczenie
  - doborze układu pompowego i pomiarowego
  - wyznaczenie szybkości pompowania w warunkach lepkich i molekularnych dla proponowanego rozwiązania
  - wyborze dodatkowych elementów jak: okna, przepusty
7. 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	160	4,0
Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem	75	3,0
Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) <sup>1</sup>	45	1

<sup>1</sup> niepotrzebne skreślić lub dopisać inne czynności