



**POLITECHNIKA WARSZAWSKA  
WYDZIAŁ CHEMICZNY**



# **INFORMATOR**

**Biotechnologia**

**Studia I stopnia**

WARSZAWA 2018

## Kierunek Biotechnologia

|                        |                                |
|------------------------|--------------------------------|
| Przedmioty obowiązkowe | <a href="#">Semestr 1</a>      |
|                        | <a href="#">Semestr 2</a>      |
|                        | <a href="#">Semestr 3</a>      |
|                        | <a href="#">Semestr 4</a>      |
|                        | <a href="#">Semestr 5</a>      |
|                        | <a href="#">Semestr 6</a>      |
|                        | <a href="#">Semestr 7</a>      |
| Przedmioty obieralne   | <a href="#">Semestr zimowy</a> |
|                        | <a href="#">Semestr letni</a>  |

**Kierunek Biotechnologia****Semestr 1**

Lista przedmiotów:

| Lp. | Nr katalogowy             | Nazwa przedmiotu              | W | C | L | P | S | Punkty ECTS |
|-----|---------------------------|-------------------------------|---|---|---|---|---|-------------|
| 1   | <a href="#">CH.TIK101</a> | BHP                           | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0           |
| 2   | <a href="#">CH.BIK101</a> | Biologia komórki              | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3           |
| 3   | <a href="#">CH.BIK102</a> | Chemia ogólna i nieorganiczna | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6           |
| 4   | <a href="#">CH.BIK103</a> | Fizyka i biofizyka 1          | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 8           |
| 5   | <a href="#">CH.BIK104</a> | Grafika inżynierska - Projekt | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2           |
| 6   | <a href="#">CH.BIK105</a> | Matematyka 1                  | 4 | 4 | 0 | 0 | 0 | 8           |
| 7   | <a href="#">CH.BIK106</a> | Ochrona środowiska i ekologia | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3           |
| 8   | CH.TIK109                 | Przysposobienie biblioteczne  | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0           |

## Kierunek Biotechnologia

## Semestr 2

## Lista przedmiotów:

| Lp. | Nr katalogowy             | Nazwa przedmiotu                             | W | C | L | P | S | Punkty ECTS |
|-----|---------------------------|--|---|---|---|---|---|-------------|
| 1   | <a href="#">CH.BIK201</a> | Biologia komórki - Laboratorium              | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2           |
| 2   | <a href="#">CH.BIK202</a> | Chemia fizyczna                              | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5           |
| 3   | <a href="#">CH.BIK203</a> | Chemia fizyczna - Ćwiczenia                  | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2           |
| 4   | <a href="#">CH.BIK204</a> | Chemia ogólna i nieorganiczna - Laboratorium | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2           |
| 5   | <a href="#">CH.BIK205</a> | Fizyka i biofizyka 2                         | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6           |
| 6   | <a href="#">CH.BIK206</a> | Informatyka 1 - Laboratorium                 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2           |
| 7   | CH.JO1*                   | Język Obcy 1                                 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4           |
| 8   | <a href="#">CH.BIK207</a> | Matematyka 2                                 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7           |
| 9   | CH.WF1                    | Wychowanie fizyczne 1                        | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0           |

\* w przypadku deklaracji zajęć z języka obcego po egzaminie B2 lub uczęszczania na 2 x 30h lektoraty należy zadeklarować przedmioty o kodach CH.JO1A oraz CH.JO1B

## Kierunek Biotechnologia

## Semestr 3

## Lista przedmiotów:

| Lp. | Nr katalogowy             | Nazwa przedmiotu   | W | C | L | P | S | Punkty ECTS |
|-----|---------------------------|--|---|---|---|---|---|-------------|
| 1   | <a href="#">CH.BIK310</a> | Chemia analityczna   | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2           |
| 2   | <a href="#">CH.BIK302</a> | Chemia analityczna - Laboratorium                                    | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4           |
| 3   | <a href="#">CH.BIK303</a> | Chemia organiczna 1  | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 7           |
| 4   | <a href="#">CH.BIK304</a> | Fizykochemiczne podstawy procesów biotechnologicznych - Laboratorium | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5           |
| 5   | <a href="#">CH.BIK311</a> | Genetyka ogólna  | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2           |
| 6   | <a href="#">CH.BIK309</a> | Informatyka 2 - Laboratorium   | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3           |
| 7   | CH.JO2*                   | Język Obcy 2   | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4           |
| 8   | <a href="#">CH.BIK312</a> | Procesy przenoszenia masy i energii                                  | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3           |
| 9   | CH.WF2                    | Wychowanie fizyczne 2  | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0           |

\* w przypadku deklaracji zajęć z języka obcego po egzaminie B2 lub uczęszczania na 2 x 30h lektoraty należy zadeklarować przedmioty o kodach CH.JO2A oraz CH.JO2B

## Kierunek Biotechnologia

## Semestr 4

Lista przedmiotów :

| Lp. | Nr katalogowy             | Nazwa przedmiotu                   | W | C | L | P | S | Punkty ECTS |
|-----|---------------------------|------------------------------------|---|---|---|---|---|-------------|
| 1   | <a href="#">CH.BIK401</a> | Biochemia                          | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6           |
| 2   | <a href="#">CH.BIK406</a> | Biochemia - Laboratorium           | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 4           |
| 3   | <a href="#">CH.BIK407</a> | Chemia organiczna 1 - Laboratorium | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 6           |
| 4   | <a href="#">CH.BIK408</a> | Inżynieria bioprosesowa            | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4           |
| 5   | <a href="#">CH.BIK409</a> | Inżynieria bioprosesowa - Projekt  | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 2           |
| 6   | CH.JO3*                   | Język Obcy 3                       | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 4           |
| 7   | <a href="#">CH.BIK410</a> | Mechanika płynów                   | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2           |
| 8   | CH.WF3                    | Wychowanie fizyczne 3              | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0           |
| 9   |                           | Przedmioty obieralne               | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2           |

\* w przypadku deklaracji zajęć z języka obcego po egzaminie B2 lub uczęszczania na 2 x 30h lektoraty należy zadeklarować przedmioty o kodach CH.JO3A oraz CH.JO3B

**Kierunek Biotechnologia****Semestr 5****Lista przedmiotów:**

| Lp. | Nr katalogowy             | Nazwa przedmiotu                                     | W | C | L | P | S | Punkty ECTS |
|-----|---------------------------|--|---|---|---|---|---|-------------|
| 1   | <a href="#">CH.BIK501</a> | Aparatura procesowa -<br>Laboratorium                | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 4           |
| 2   | <a href="#">CH.BIK508</a> | Biotechnologia 1                                     | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3           |
| 3   | <a href="#">CH.BIK507</a> | Enzymologia  | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5           |
| 4   | <a href="#">CH.BIK505</a> | Mikrobiologia ogólna i przemysłowa                   | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6           |
| 5   | <a href="#">CH.BIK506</a> | Mikrobiologia ogólna i przemysłowa<br>- Laboratorium | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4           |
| 6   | <a href="#">CH.BIK509</a> | Projektowanie procesów<br>biotechnologicznych        | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1           |
| 7   |                           | Przedmioty obieralne                                 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7           |

## Kierunek Biotechnologia

## Semestr 6

## Lista przedmiotów:

| Lp. | Nr katalogowy             | Nazwa przedmiotu                                  | W | C | L | P | S | Punkty ECTS |
|-----|---------------------------|---|---|---|---|---|---|-------------|
| 1   | <a href="#">CH.BIK608</a> | Biologia molekularna/Inżynieria genetyczna        | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5           |
| 2   | <a href="#">CH.BIK606</a> | Biotechnologia 2                                  | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 4           |
| 3   | <a href="#">CH.BIK611</a> | HES   | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2           |
| 4   | CH.JOB2                   | Język obcy - Egzamin B2                           | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0           |
| 5   | <a href="#">CH.BIK607</a> | Kultury tkankowe i komórkowe roślin i zwierząt    | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 5           |
| 6   | <a href="#">CH.BIK610</a> | Ochrona własności intelektualnej w biotechnologii | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1           |
| 7   | <a href="#">CH.BIK612</a> | Projektowanie procesów biotechnologicznych        | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3           |
| 8   | <a href="#">CH.BIK609</a> | Techniki hodowli mikroorganizmów                  | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 3           |
| 9   |                           | Przedmioty obieralne                              | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7           |



**Kierunek Biotechnologia****Semestr 7****Lista przedmiotów:**

| Lp. | Nr katalogowy             | Nazwa przedmiotu                             | W | C | L | P | S | Punkty ECTS |
|-----|---------------------------|--|---|---|---|---|---|-------------|
| 1   | <a href="#">CH.BIK709</a> | Laboratorium inżynierskie                    | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 6           |
| 2   | CH.PRAKTYK*               | Praktyka zawodowa                            | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4           |
| 3   | <a href="#">CH.BIK710</a> | Przygotowanie pracy dyplomowej inżynierskiej | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 15          |
| 4   | <a href="#">CH.BIK712</a> | Seminarium dyplomowe                         | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2           |
| 5   | <a href="#">CH.BIK707</a> | Systemy zapewniania jakości                  | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 3           |
| 6   |                           | Przedmioty obieralne                         | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4           |

\*Obowiązkowa 4 tyg. praktyka zawodowa realizowana przez Studenta w ciągu studiów I stopnia

## Kierunek Biotechnologia

## Przedmioty obieralne

## Semestr zimowy

## Lista przedmiotów obieralnych

## Semestr 5:

| Lp. | Nr katalogowy              | Nazwa przedmiotu                         | W | C | L | P | S | Punkty ECTS |
|-----|----------------------------|--|---|---|---|---|---|-------------|
| 1   | <a href="#">CH.BIOB003</a> | Analiza biomateriałów                    | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2           |
| 2   | <a href="#">CH.BIOB02</a>  | Chemia organiczna 2                      | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3           |
| 3   | <a href="#">CH.BIOB006</a> | Elektrochemiczne metody bioanalityczne   | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2           |
| 4   | <a href="#">CH.BIOB07</a>  | Matematyka 3                             | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3           |
| 5   | <a href="#">CH.BIOB03</a>  | Metody spektroskopowe                    | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2           |
| 6   | <a href="#">CH.BIOB04</a>  | Podstawy chemii polimerów i biopolimerów | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2           |
| 7   | <a href="#">CH.BIOB06</a>  | Technologia organiczna                   | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3           |
| 8   | <a href="#">CH.IOB11</a>   | Termodynamika molekularna                | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2           |

## Semestr 7

| Lp. | Nr katalogowy              | Nazwa przedmiotu  | W | C | L | P | S | Punkty ECTS |
|-----|----------------------------|---|---|---|---|---|---|-------------|
| 2   | <a href="#">CH.BIOB004</a> | Biotechnologia materiałów polimerowych                          | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3           |
| 7   | <a href="#">CH.BIOB011</a> | Metrologia biochemiczna oraz akwizycja pomiarowa - Laboratorium | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2           |
| 9   | <a href="#">CH.BIOB008</a> | Podstawy kosmetologii   | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2           |
| 10  | <a href="#">CH.BIOB007</a> | Podstawy technologii leków i biocydów                           | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2           |

## Kierunek Biotechnologia

### Przedmioty obieralne

### Semestr letni

Lista przedmiotów obieralnych:

| Lp. | Nr katalogowy              | Nazwa przedmiotu   | W   | C | L   | P | S | Punkty ECTS |
|-----|----------------------------|--|-----|---|-----|---|---|-------------|
| 1   | <a href="#">CH.BIOB05</a>  | Analityczne metody instrumentalne  | 1   | 0 | 0   | 0 | 0 | 1           |
| 2   | <a href="#">CH.BIOB18</a>  | Analityczne metody instrumentalne - Laboratorium   | 0   | 0 | 2   | 0 | 0 | 2           |
| 3   | <a href="#">CH.BIOB005</a> | Chemia organiczna 2 - Laboratorium   | 0   | 0 | 2   | 0 | 0 | 2           |
| 4   | <a href="#">CH.BIOB002</a> | Informatyka 3 - Laboratorium   | 0   | 0 | 3   | 0 | 0 | 3           |
| 5   | <a href="#">CH.BIOB19</a>  | Inżynieria sztucznych narządów wewnętrznych  | 2   | 0 | 0   | 0 | 0 | 2           |
| 6   | <a href="#">CH.BIOB017</a> | Komputerowy rysunek techniczny   | 2   | 0 | 0   | 0 | 0 | 2           |
| 7   | <a href="#">CH.BIOB010</a> | Mechanika płynów - Laboratorium  | 0   | 0 | 2   | 0 | 0 | 2           |
| 8   | <a href="#">CH.BIOB10</a>  | Metody spektroskopowe - Ćwiczenia  | 0   | 1 | 0   | 0 | 0 | 1           |
| 9   | <a href="#">CH.BIOB15</a>  | Miniaturyzacja w chemii analitycznej   | 1   | 0 | 0   | 0 | 0 | 1           |
| 10  | <a href="#">CH.BIOB12</a>  | Otrzymywanie i badanie membran półprzepuszczalnych stosowanych w biotechnologii, medycynie i analityce | 20* | 0 | 10* | 0 | 0 | 2           |
| 11  | <a href="#">CH.BIOB14</a>  | Podstawy chemii bioorganicznej   | 1   | 0 | 0   | 0 | 0 | 1           |
| 12  | <a href="#">CH.BIOB001</a> | Przedsiębiorczość innowacyjna  | 2   | 0 | 0   | 0 | 0 | 2           |

\* liczba godzin w semestrze

**Analityczne metody instrumentalne**

|                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Łukasz Górski        |
| Język wykładowy:             | polski                            |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                      |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (15h) + laboratorium (30h) |
| Liczba punktów ECTS:         | wykład 1pkt + laboratorium 2pkt   |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest poszerzenie wiedzy dotyczącej głównych instrumentalnych metod analitycznych.

Omawiane są: potencjometria, woltamperometria, elektroforeza kapilarna oraz techniki spektroskopowe.

Przedstawiane są zastosowania tych technik w biotechnologii.

**Bibliografia:**

1. A. Cygański, Metody spektroskopowe w analizie chemicznej, WNT, 1992.
2. A. Cygański, Metody elektroanalityczne, WNT, 1995.
3. W. Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej, PWN, 1997.

**Efekty kształcenia:**

Student zna zasady działania oraz główne obszary zastosowania nowoczesnych technik analizy instrumentalnej.

**Kryteria oceny:**

Ocena wystawiana jest na podstawie wyniku zaliczenia pisemnego.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Celem wykładu jest poszerzenie wiedzy dotyczącej głównych instrumentalnych metod analitycznych.

Omawiane są następujące tematy:

1. Potencjometria – podstawy techniki: mechanizm powstawania sygnału analitycznego; membrany elektrod jonoselektywnych.
2. Podstawowe pojęcia związane z technikami woltamperometrycznymi - układ pomiarowy, mechanizm powstawania sygnału analitycznego.
3. Charakterystyka technik woltamperometrycznych i ich zastosowania: woltamperometria cykliczna; techniki pulsowe; techniki strippingowe; techniki adsorpcyjne; mikroelektrody i układy przepływowe.
4. Praktyczne zagadnienia woltamperometrii - dobór materiału elektrodowego i elektrolitu; celki pomiarowe, odtlenianie; pomiary w układach biologicznych.
5. Elektroforeza kapilarna – podstawy techniki, zastosowania w analizie biologicznej.
6. Techniki spektroskopowe – wykorzystujące absorpcję lub emisję promieniowania oraz zjawisko fluorescencji.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Analiza biomateriałów**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Katarzyna Pawlak, prof. PW |
| Język wykładowy:             | polski                                  |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                            |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (15h) + ćwiczenia (15h)          |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                                       |

**Cele przedmiotu:**

Wykład omawia podstawowe zasady projektowania metody analitycznej biomateriałów z punktu widzenia jej celowości. Przedstawione są najczęściej stosowane techniki instrumentalne, wskazane są ich główne zalety i ograniczenia wpływające na postępowanie analityczne i jakość metody. Scharakteryzowane są podstawowe rodzaje obszarów analiz biomateriałów: diagnostyka medyczna, kontrola jakości żywności, określanie aktywności biologicznej substancji syntetycznych i naturalnych, podstawowe badania biochemiczne oraz kontrola skażenia środowiska. W zależności od obszaru badawczego, przedstawione są główne zadania stawiane analitykom i zdefiniowane zostają kluczowe parametry metody analitycznej.

Omówione są także główne metody oceny jakości wyników analiz.

**Bibliografia:**

1. A. Hulanicki, Współczesna chemia analityczna – wybrane zagadnienia, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2001.
2. M. Jarosz, Nowoczesne techniki analityczne, Oficyna Wydawnicza PW, 2006.
3. Z. Witkiewicz, Podstawy chromatografii, WNT, Warszawa 2005.

**Efekty kształcenia:**

Posiada podstawową wiedzę z chemii analitycznej, w tym znajomość nowoczesnych technik analitycznych i szczegółową w zakresie zastosowania enzymów w metodach ilościowych.

Posiada umiejętność przygotowania prezentacji na podstawie angielskojęzycznej literatury i prowadzenia dyskusji.

**Kryteria oceny:**

Ocena sumaryczna z kolokwium obejmującego materiał wykładowy, wystąpienie seminaryjne i aktywność podczas dyskusji.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Podstawowe parametry metody analitycznej
2. Chromatografia gazowa
  - a. czynniki wpływające na rozdzielczość, metody dozowania próbek
  - b. Chromatografia cieczowa (wpływ rodzaju złoża i składu fazy ruchomej na przebieg procesu rozdzielania, rodzaje stosowanych mechanizmów)
3. Elektroforeza kapilarna i żelowa (podstawowe rodzaje mechanizmów rozdzielania w metodach elektroforetycznych)
4. Rodzaje detektorów i zasady ich doboru
5. Przygotowanie próbek do analizy
6. Podstawowe metody ilościowe (wzorca zewnętrznego, wewnętrznego, dodatków wzorca i rozcieńczenia izotopowego)
7. Metody ilościowe w proteomice w oparciu o kontrolę stosunku izotopowego
8. Metody genomiczne i immunochemiczne
9. Metody obrazowania
  - a. Mikroskopy optyczne
  - b. Mikroskopy elektronowe
  - c. Spektrometry mas z mikro-próbkowaniem
10. Podstawowe wymagania stawiane podczas analizy biomateriałów i zasady opracowania metody analitycznej. Plan przedmiotu obejmuje krótkie przedstawienie wybranej metody instrumentalnej do badania materiałów pochodzenia biologicznego.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Aparatura procesowa - Laboratorium

|                              |                               |
|------------------------------|-------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr. inż. Bogumiła Wrześcińska |
| Język wykładowy:             | polski                        |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                  |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (45h)            |
| Liczba punktów ECTS:         | 4                             |

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z konstrukcjami podstawowych aparatów do prowadzenia procesów jednostkowych i złożonych.

Praktyczne przeprowadzenie badań wybranych procesów w instalacjach laboratoryjnych.

Opracowanie uzyskanych wyników badań eksperymentalnych.

**Bibliografia:**

1. Warych J., Aparatura Chemiczna i Procesowa, Oficyna Wydawnicza PW, 2004
2. Praca zbiorowa pod red. J. Warycha, Laboratorium Aparatury Procesowej. Ćwiczenia laboratoryjne, Oficyna Wydawnicza PW, 2006
3. Selecki A., Gradoń L., Podstawowe procesy przemysłu chemicznego, WNT, Warszawa 1985
4. Błasiński H., Młodziński B., Aparatura przemysłu chemicznego, WNT, Warszawa 1983
5. Kostro J., Elementy, urządzenia i układy automatyki, WSiP, Warszawa, 1998

**Efekty kształcenia:**

Zna najważniejsze typy aparatów stosowanych w przemyśle biotechnologicznym oraz sposoby ich obsługi.

Posiada podstawową wiedzę z wybranych dyscyplin inżynierskich (obliczenia inżynierskie, techniki analityczne i pomiarowe, automatyka) przydatną do projektowania i doboru aparatury.

Potrafi przeprowadzić badania eksperymentalne zgodnie z wyznaczonym celem stosując odpowiednie techniki laboratoryjne i zasady BHP.

Potrafi opracować dane z badań eksperymentalnych, opracować, przedstawić oraz zinterpretować wyniki doświadczeń.

Potrafi zaprojektować i dobrać proste aparaty procesowe.

Potrafi pracować w zespole oraz prezentować wyniki swojej pracy.

**Kryteria oceny:**

Ocena końcowa jest średnią z wszystkich 12 ocen zaliczających poszczególne ćwiczenia.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wprowadzenie do zajęć w laboratorium z uwzględnieniem zagadnień BHP, zasad obsługi aparatury procesowej i prowadzenia doświadczeń, opracowania i przedstawiania wyników oraz procedury dopuszczenia do wykonywania i zaliczania ćwiczeń.

Wykonanie 12 ćwiczeń spośród niżej wymienionych:

1. Przepływy płynów
2. Badanie charakterystyki pomp
3. Klasyfikacja hydrauliczna
4. Rozdzielanie zawiesin w wirówce sedymentacyjnej
5. Filtracja w prasie filtracyjnej
6. Filtracja membranowa (mikrofiltracja i odwrócona osmoza)
7. Mieszanie cieczy
8. Fluidyzacja trójfazowa
9. Hydrodynamika kolumny z wypełnieniem
10. Wymienniki ciepła
11. Suszenie konwekcyjne
12. Suszenie rozpyłowe
13. Klimatyzacja powietrza
14. Odpylanie gazów.

Przygotowanie sprawozdań z wykonanych ćwiczeń obejmujących: obliczenia i ich zestawienia, wykresy, schematy, podsumowania i wnioski oraz odpowiedzi na problemy zadane przez prowadzącego.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**BHP**

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: |                     |
| Język wykładowy:             | <b>polski</b>       |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | <b>bez egzaminu</b> |
| Rodzaj zajęć:                |                     |
| Liczba punktów ECTS:         | <b>0</b>            |

**Biochemia**

|                              |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. Joanna Cieśla, prof. PW |
| Język wykładowy:             | polski                          |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                         |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (60h)                    |
| Liczba punktów ECTS:         | 6                               |

**Cele przedmiotu:**

Wykład ma za zadanie przekazanie wiedzy o funkcjonowaniu organizmów żywych na poziomie biochemicznym. Dostarczy informacji o budowie i funkcjach podstawowych makrocząsteczek i cząsteczek znajdujących się w komórce. Omówione będą główne szlaki metaboliczne wraz z ich regulacją i integracją na poziomie komórki i organizmu. Położony będzie nacisk na zrozumienie podstawowych procesów zachodzących w komórce, takich jak replikacja i transkrypcja DNA, synteza białek oraz innych cząsteczek, zdobywanie energii w reakcjach katabolicznych, działanie enzymów i regulacja metabolizmu na różnych poziomach. Studenci dowiedzą się też jakie podstawowe metody badawcze są stosowane w biochemii.

**Bibliografia:**

- J.M. Berg, J.L. Tymoczko, L. Stryer. Biochemia, wydanie VI. Przekład pod redakcją Zofii Szweykowskiej-Kulińskiej i Artura Jarmołowskiego. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.
- D.B. Hames, N.M. Hooper. Biochemia. Krótkie wykłady, wydanie II. Przekład pod redakcją Lilli Hryniewieckiej i Kazimierza Ziemińskiego. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.
- Lehninger. Biochemia (różne wydania)
- Zgirski, R. Gondko. Obliczenia biochemiczne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.

**Efekty kształcenia:**

Student, który zaliczył przedmiot:

Ma podstawową wiedzę z zakresu biochemii.

Zna zastosowanie podstawowych biochemicznych technik badawczych.

Umie korzystać ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych w celu przyswojenia wiedzy z zakresu biochemii.

Potrafi rozwiązywać zadania polegające na przeliczaniu stężeń i ilości reagentów wykorzystując proste metody obliczeniowe

Potrafi samodzielnie przyswoić wymagany zasób wiedzy.

**Kryteria oceny:**

Wykład zakończy się egzaminem pisemnym, złożonym z 25 otwartych pytań.

Odpowiedź na każde pytanie będzie oceniana w zakresie 1-4 punktów.

0-50 punktów: niezaliczone; 51-60 punktów: 3,0; 61-70 punktów: 3,5; 71-80 punktów: 4,0; 81-90 punktów: 4,5; 91-100 punktów: 5,0

Studenci mogą zaliczać biochemię w formie egzaminów półrocznych: w połowie semestru i na koniec.

Pierwszy egzamin półroczny składa się z 13 otwartych pytań, ocenianych w zakresie 1-4 punktów każde.

0-26 punktów: niezaliczone; 27-32 punktów: 3,0; 33-37 punktów: 3,5; 38-42 punktów: 4,0; 43-47 punktów: 4,5; 48-52 punktów: 5,0

Drugi egzamin półroczny składa się z 12 otwartych pytań ocenianych w zakresie 1-4



punktów każde.

0-24 punktów: niezaliczone; 25-29 punktów: 3,0; 30-34 punktów: 3,5; 35-39 punktów: 4,0; 40-44 punktów: 4,5; 45-48 punktów: 5,0

Oceną ostateczną będzie średnia ocen z dwóch "połówek".

#### **Szczegółowe treści merytoryczne:**

Zawartość merytoryczna wykładu:

1. Biochemiczna jedność budowy organizmów żywych: skład i struktura białek; DNA, RNA i przepływ informacji genetycznej; enzymy - podstawowe pojęcia, kinetyka, strategie katalityczne i regulacyjne; węglowodany; lipidy i błony biologiczne; kanały i pompy błonowe; szlaki przekazywania sygnałów.
2. Przekazywanie i magazynowanie energii - glikoliza i glukoneogeneza, cykl kwasu cytrynowego, fosforylacja oksydacyjna, fotosynteza, metabolizm glikogenu, kwasów tłuszczowych, przemiana białek i katabolizm aminokwasów.
3. Synteza cząsteczek życia: aminokwasów, nukleotydów, lipidów błonowych i steroidów; replikacja, naprawa i rekombinacja DNA; synteza i splicing RNA; synteza białka; kontrola ekspresji genów.
4. Integracja metabolizmu: połączenia i kontrola szlaków metabolicznych, zaburzenia metaboliczne.
5. Odpowiedź na zmiany warunków środowiska: systemy czucia - węch, smak wzrok, słuch; układ odpornościowy; motory molekularne.
6. Tworzenie nowych leków.
7. Wybrane metody stosowane w badaniach biochemicznych, służące do poznawania białek i proteomów (m.in. oczyszczanie białek, chromatografia, elektroforeza, technika western) oraz genów i genomów (m.in. analiza restrykcyjna, hybrydyzacja, sekwencjonowanie DNA, PCR, interferencja RNA).
8. Obliczenia biochemiczne

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Biochemia - Laboratorium**

|                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Monika Wielechowska |
| Język wykładowy:             | polski                      |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (75h)          |
| Liczba punktów ECTS:         | 4                           |

**Cele przedmiotu:**

Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z podstawowymi technikami stosowanymi w badaniach biochemicznych:

1. Skład i struktura białek oraz enzymów - podstawowe pojęcia, reakcje aminokwasów i białek; określanie masy cząsteczkowej; techniki oczyszczania; wyznaczanie parametrów kinetycznych i specyficzności substratowej enzymów
2. Skład i budowa DNA, RNA oraz przepływ informacji genetycznej - izolacja, oczyszczanie i analiza DNA, enzymy restrykcyjne
3. Budowa i właściwości cukrów - reakcje charakterystyczne i oznaczanie cukrów w materiałach biologicznych
4. Budowa i właściwości lipidów - charakterystyka i oznaczanie lipidów w materiale biologicznym
5. Obliczenia biochemiczne

**Bibliografia:**

1. Walory J., Pilarek M., Kalinowska M., Jaworowska-Deptuch H.; Biochemia. Ćwiczenia Laboratoryjne Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2003
2. Berg J.M., Tymoczko T.L., Stryer L. Biochemia; Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011
3. Kłyszajko-Stefanowicz L. (praca zbiorowa) Ćwiczenia z biochemii Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005

**Efekty kształcenia:**

Student po zaliczeniu powinien:

1. znać budowę i funkcje podstawowych makrocząsteczek biologicznych (białek, kwasów nukleinowych, lipidów, węglowodanów),
2. znać podstawowe metody badania enzymów, w tym wyznaczania parametrów katalitycznych (stałej Michaelisa-Menten, szybkości maksymalnej, specyficzności substratowej)
3. znać podstawowe techniki laboratoryjne wykorzystywane w badaniach biochemicznych zarówno jakościowych jak i ilościowych.

**Kryteria oceny:**

Na każdych zajęciach, po wykonaniu praktycznej części ćwiczenia przeprowadzany jest pisemny sprawdzian. Jego zakres obejmuje materiał teoretyczny oraz wiadomości związane z tematem i techniką wykonywania bieżącego ćwiczenia.

Warunkiem zaliczenia przedmiotu „Biochemia - laboratorium” jest:

1. zaliczenie wszystkich ćwiczeń;
2. uzyskanie pozytywnych ocen (lub zaliczeń) z zajęć praktycznych;
3. uzyskanie przynajmniej 51% punktów z teoretycznych sprawdzianów pisemnych na obu Wydziałach.

Ocena końcowa za przedmiot „Biochemia - laboratorium” jest średnią ważoną [ŚW]: ŚW = 0,3ST (IChIP) + 0,3ST (Ch) + 0,2Ć (IChIP) + 0,2Ć (Ch)

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

- Ćwiczenie 1 - Budowa i właściwości aminokwasów i białek
- Ćwiczenie 2 - Elektroforeza
- Ćwiczenie 3 - Ilościowe oznaczanie białka metodą Lowery'ego
- Ćwiczenie 4 - Kinetyka reakcji enzymatycznych
- Ćwiczenie 5 - Specyficzność substratowe enzymów trawiennych
- Ćwiczenie 6 - Oksydoreduktazy
- Ćwiczenie 7 - Budowa i właściwości cukrów
- Ćwiczenie 8 - Oznaczanie cukrów redukujących w produktach spożywczych
- Ćwiczenie 9 - Właściwości biochemiczne kwasów nukleinowych
- Ćwiczenie 10 - Enzymy restrykcyjne i wektory
- Ćwiczenie 11 - Budowa i właściwości lipidów
- Ćwiczenie 12 - Oznaczanie lipidów prenylowych w materiale roślinnym

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Biologia komórki**

|                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr Patrycja Wińska |
| Język wykładowy:             | polski             |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu       |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)       |
| Liczba punktów ECTS:         | 3                  |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu będzie zaznajomienie studentów z podstawowymi procesami zachodzącymi w komórce oraz ich wzajemnymi powiązaniem. Zagadnienia:

- Podstawy budowy komórki z uwzględnieniem różnic pomiędzy komórkami Prokaryota i Eukaryota.
- Chemiczne podstawy budowy i działania komórek.
- Budowa błon biologicznych.
- Przedziały komórkowe i lokalizacja procesów metabolicznych.
- Utrzymywanie i przekazywanie informacji genetycznej.
- Transport wewnątrzkomórkowy i komunikacja międzykomórkowa.
- Mechanizmy sygnałowe.
- Cytoskielet i mobilność.
- Cykl komórkowy, podziały i śmierć komórki, nowotwory, tkanki.

**Bibliografia:**

Alberts i wsp., Podstawy biologii komórki, PWN, Warszawa 2009,  
Wincenty M. Kilariski, Strukturalne podstawy biologii komórki, PWN, 2012

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat budowy i procesów zachodzących w komórkach organizmów żywych oraz ich wzajemnych powiązań,
- znać podstawowe różnice w budowie i funkcjonowaniu komórek eukariotycznych i prokariotycznych ,
- mieć ogólną i teoretyczną wiedzę w dziedzinie metod badawczych, jakimi posługuje się biologia komórki,
- operować podstawowym słownictwem z zakresu biologii komórki również w języku angielskim.

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie po uzyskaniu minimum 50% punktów.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Tematyka wykładów:

1. Podstawy budowy komórki z uwzględnieniem różnic pomiędzy komórkami prokariotycznymi i eukariotycznymi. Typy komórek roślinnych i zwierzęcych.
- 2, 3. Chemiczne podstawy budowy i działania komórek. Energia, kataliza i biosynteza. Struktura i funkcje białek.
4. Budowa błon biologicznych, transport przez błony, przewodnictwo elektryczne.
- 5, 6. Utrzymywanie i przekazywanie informacji genetycznej, budowa jądra komórkowego, organizacja materiału genetycznego. Kontrola ekspresji genów. Manipulowanie genami i komórkami.
7. Przekształcanie energii w mitochondriach i chloroplastach.
8. Przedziały wewnątrzkomórkowe i transport pęcherzykowy, aparat Golgiego, retikulum

endoplazmatyczne, budowa, funkcja.

9. Degradacja składników komórki, proteoliza, ubiquitynacja.

10. Sygnalizacja międzykomórkowa. Receptory, amplifikacja sygnału, białka G, kinazy, kaskady sygnałowe, GTPazy, fosfatazy.

11. Cytoszkieleł i mobilność: aktyna, mikrotubule i centrosomy, filamenty pośrednie, transdukcja chemicznej energii w ruch. Ruch wewnątrzkomórkowy, mobilność komórkowa, mięśnie.

12. Kontrola cyklu komórkowego i śmierć komórki. Podział komórki.

13. Genetyka, mejoza i molekularne podstawy dziedziczności.

14. Tkanki i nowotwory. Praca z komórkami, prowadzenie hodowli, izolacja frakcji komórkowych.

Wykłady będą wzbogacone informacjami na temat tradycyjnych i nowoczesnych sposobów badania struktur oraz funkcjonowania komórki, jak również prezentacją postaci słynnych uczonych i przełomowych odkryć.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Biologia komórki - Laboratorium**

|                              |                    |
|------------------------------|--------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr Elżbieta Pajor  |
| Język wykładowy:             | polski             |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu       |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (30h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                  |

**Cele przedmiotu:**

Elementy komórki prokariotycznej i eukariotycznej; jądro komórkowe, plastydy, ściana komórkowa, materiały zapasowe. Określanie składników chemicznych komórek. Przemiany metaboliczne zachodzące w komórkach: badanie procesu fotosyntezy. Stan żywotności i odżywienia komórki. Podziały komórek - mitozą i mejozą. Morfologia glonów i pierwotniaków. Budowa tkanek roślinnych - merystematycznych i stałych, funkcjonalne układy tkankowe. Obserwacje tkanek zwierzęcych - nabłonkowej, łącznej, mięśniowej i nerwowej.

**Bibliografia:**

B. Alberts „Podstawy biologii komórki” PWN  
 W. Kilarski „Strukturalne podstawy biologii komórki” PWN  
 M. Wyrzykiewicz-Raszewska, H. Kuświk „Komórka roślinna .Wybrane zagadnienia z botaniki” Wydawnictwo Akademii Rolniczej. Poznań

**Efekty kształcenia:**

Umiejętność rozróżniania form morfologicznych bakterii i podstawowych elementów budowy komórek. Znajomość procesów zachodzących w komórkach oraz budowy funkcjonalnych układów tkankowych.

**Kryteria oceny:**

dwa kolokwia teoretyczne i jedno praktyczne  
 ocena końcowa wyznaczana jako średnia z kolokwiów

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Wprowadzenie w technikę laboratoryjną. Zapoznanie z techniką mikroskopowania
2. Budowa komórek u Procaryota. Morfologia bakterii
3. Budowa komórek u Eucaryota. Wytwory komórek roślinnych. Obserwacje wybranych organelli komórkowych
4. Badanie procesu plazmolizy i deplazmolizy
5. Plastydy i materiały zapasowe
6. Kolokwium I
7. Podziały komórek. Mitoza i mejoza
9. Morfologia glonów
10. Morfologia pierwotniaków.
11. Badanie procesu fotosyntezy
12. Tkanki roślinne
13. Tkanki zwierzęce
14. Kolokwium II
15. Kolokwium praktyczne

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Biologia molekularna/Inżynieria genetyczna**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. Magdalena Rakowska-Boguta |
| Język wykładowy:             | polski                                  |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                                 |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + laboratorium (30h)       |
| Liczba punktów ECTS:         | 5                                       |

**Cele przedmiotu:**

Treścią wykładu jest omówienie mechanizmów molekularnych podstawowych procesów zachodzących w komórce. Podstawowym celem jest poznanie logiki i złożonej regulacji tych procesów. Ambicją wykładowcy jest przekaz aktualnej wiedzy, toteż wykład będzie uzupełniany dygresjami opisującymi ostatnie odkrycia w dziedzinie biologii molekularnej. Równoległe będą omawiane techniki molekularne oraz metody inżynierii genetycznej umożliwiające planową ingerencję w procesy biologiczne. Część z tych technik poznają studenci w ramach laboratorium.

**Bibliografia:**

Lizabeth Allison -Podstawy biologii molekularnej, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, 2011  
 Bruce Alberts i in. - Podstawy Biologii komórki, PWN 2009  
 Piotr Węgleński - Genetyka molekularna, PWN, 2008  
 Jerzy Bal -Biologia molekularna w medycynie PWN, 2011

**Efekty kształcenia:**

Zrozumienie logiki przekazu informacji genetycznej  
 Zrozumienie mechanizmów regulacyjnych, które funkcjonują w komórce  
 Poznanie metod pracy w laboratorium biologii molekularnej  
 Zrozumienie istoty najnowszych osiągnięć w dziedzinie biologii molekularnej

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie wykładu odbywa się na zasadzie testu lub w formie egzaminu ustnego (do indywidualnego wyboru). Łączna ocena z przedmiotu jest średnią ważoną oceny z ćwiczeń i z wykładu. Ćwiczenia laboratoryjne mają wagę 0,3, wykład 0,7

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykłady poświęcone będą procesom umożliwiającym ekspresję informacji genetycznej od DNA do białka wraz z technikami ich badania. Omówione będą (1) dynamika struktury chromatyny (2) mechanizmy epigenetyczne oraz podstawy pamięci molekularnej (3) kontrola wierności replikacji DNA (punkty kontrolne cyklu komórkowego) (4) programowana śmierć komórki (5) molekularne mechanizmy powstawania nowotworów (6) regulacja transkrypcji mRNA u organizmów wyższych. (7) kontrola ekspresji operonów u bakterii (8) etapy postranskrypcyjnej ekspresji genu: obróbka, składanie, eksport i degradacja mRNA (9) interferencyjne RNA oraz możliwości wyłączenia ekspresji pojedynczego genu przez ich wprowadzanie (10) mechanizm obróbki rRNA i powstawania rybosomu. (11) translacja u bakterii i eukariontów z uwzględnieniem szeregu mechanizmów, które ten proces regulują (12) rola białek opiekuńczych w kontroli struktury białek (13) mechanizm ubiquitynacji (14) kontrolowana degradacja białek (15) agregacja białek i geneza powstawania prionów (16) molekularne mechanizmy transportu białek w komórce (17) różnicowanie komórek oraz czynniki odpowiedzialne za starzenie. W trakcie trwania poszczególnych wykładów będą omawiane wybrane metody

pracy w laboratorium biologii molekularnej. Wykłady będą uzupełniane omówieniem aktualnych doniesień o nowych odkryciach z dziedziny biologii molekularnej.

W ramach laboratorium studenci poznają następujące techniki (1) Izolacja DNA (2) analiza restrykcyjna i elektroforeza DNA (3) wprowadzanie obcego DNA do komórki (4) analiza potomstwa krzyżówki genetycznej na przykładzie drożdży (5) reakcja PCR (6) analiza bioinformatyczna ekspresji genu

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Studenci mogą zgłaszać się na praktyki w laboratorium biologii molekularnej kierowanym przez wykładowcę



**Biotechnologia 1**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Małgorzata Jaworska,<br>prof. PW |
| Język wykładowy:             | polski  |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                                  |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + projekt (15h)                  |
| Liczba punktów ECTS:         | 3   |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest przedstawienie podstawowych technik stosowanych w technologii biochemicznej poczynając od selekcji, doskonalenia, przechowywania szczepów przemysłowych i przygotowywania pożywek przemysłowych oraz sterylizacji. Następnie omawiane są bilanse: masowy bilans elementarny, bilans energetyczny, ograniczenia termodynamiczne wzrostu, modele wzrostu mikroorganizmów. Wykład przedstawia także podstawowe metody hodowli mikroorganizmów na skalę przemysłową: hodowle wstępne (okresowe, z ciągłym dozowaniem pożywki), hodowle w podłożu stałym. Osobnym zagadnieniem przedstawianym w trakcie wykładu są bioreaktory enzymatyczne z enzymem natywnym i unieruchomionym. Wszystkie bioreaktory omawiane są pod kątem zjawisk zachodzących w trakcie hodowli/ reakcji enzymatycznej. W sposób bardzo zwięzły omawiane są typowe i specyficzne techniki wydzielenia i oczyszczania produktów.

**Bibliografia:**

1. W. Bednarski, J. Fiedurka; Podstawy Biotechnologii przemysłowej (praca zbiorowa), WNT 2007
2. S. Aiba, A. E. Humphrey, N. F. Millis; Inżynieria biochemiczna, WNT 1977
3. K. W. Szewczyk; Bilansowanie i kinetyka procesów biochemicznych, WPW 1993

**Efekty kształcenia:**

Student będzie posiadał wiedzę teoretyczną z zakresu prowadzenia hodowli mikroorganizmów na skalę przemysłową oraz umiejętność bilansowania (masa, energia) niezbędną do projektowania instalacji przemysłowych.

**Kryteria oceny:**

Łączna ocena z przedmiotu (ocena zintegrowana) jest oceną ważoną pozytywnych ocen z ćwiczeń projektowych (waga 0,3) i ze sprawdzianów (waga po 0,35).

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Merytoryczne treści zawarte w wykładzie:

1. Etapy rozwoju biotechnologii. Procesy biotechnologiczne, ich specyfika i podstawowe elementy. Typowe schematy procesów biotechnologicznych. Podstawowe zagadnienia ekonomiki procesów biotechnologicznych, zasady technologiczne.
2. Przygotowanie inoculum dla procesów przemysłowych, selekcja, doskonalenie szczepów, kryteria doboru szczepów przemysłowych, inżynieria metabolizmu. Przechowywanie szczepów przemysłowych.
3. Przemysłowe media hodowlane, dobór składników, sterylizacja pożywek, kinetyka śmierci termicznej, sterylizacja powietrza, dobór filtrów, praca w warunkach jałowych.
4. Masowy bilans elementarny.
5. Bilans energetyczny, ograniczenia termodynamiczne wzrostu
6. Kinetyka wzrostu mikroorganizmów. Niestrukturalne modele wzrostu. Strukturalne modele wzrostu.

7. Typy hodowli mikroorganizmów. Hodowle wstępne okresowe, z ciągłym dozowaniem pożywki. Hodowle w podłożu stałym.
8. Bioreaktory do hodowli mikroorganizmów: klasyfikacja i podstawowe rozwiązania konstrukcyjne.
9. Wpływ lepkości pożywek, mieszania, napowietrzania na procesy zachodzące w bioreaktorze.
10. Wydzielanie i oczyszczanie produktów procesów biochemicznych. Typowe i specyficzne techniki wydzielania i oczyszczania produktów.
11. Przemysłowe reaktory enzymatyczne: klasyfikacja i podstawowe rozwiązania konstrukcyjne.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Uzupełnieniem wykładu jest Laboratorium Techniki hodowli mikroorganizmów, gdzie sprawdzana jest w praktyce zdobyta wiedza.

**Biotechnologia 2**

|                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Maciej Pilarek  |
| Język wykładowy:             | polski                       |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                      |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + projekt (15h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 4                            |

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze specyfiką realizacji procesów biotechnologicznych prowadzonych w skali przemysłowej. W trakcie wykładu omawiane są przemysłowe aplikacje technologii biochemicznych tradycyjnych oraz innowacyjnych stanowiących podstawę różnych gałęzi przemysłu spożywczego, farmaceutycznego, chemicznego oraz sektora bioenergetycznego i ochrony środowiska.

**Bibliografia:**

Szewczyk K.W. "Technologia biochemiczna", OWPW, Warszawa 2003 (wydanie 3 poprawione i uzupełnione)  
 Bednarski W., Fiedurek J. (red.) "Podstawy biotechnologii przemysłowej" WNT, Warszawa 2007 (wydanie 1)

**Efekty kształcenia:**

Student, po zdaniu egzaminu z przedmiotu, powinien znać techniczne aspekty przemysłowej realizacji procesów biochemicznych, których celem jest otrzymywanie bioproduktów stanowiących surowce w różnych gałęziach przemysłu przetwórczego, w tym:

- przemysłu spożywczego,
- przemysłu farmaceutycznego,
- przemysłu chemicznego,
- produkcji biopaliw;
- tlenowych i beztlenowych technologii utylizacji ścieków.

Dzięki realizacji zajęć projektowych, student zdobywa wiedzę dotyczącą praktycznej umiejętności projektowania przemysłowych instalacji do wydzielania i oczyszczania bioproduktów białkowych

**Kryteria oceny:**

Egzamin z przedmiotu jest przeprowadzany w formie egzaminu pisemnego. Wykładowca ustala trzy terminy egzaminów: dwa terminy w sesji letniej i jeden w sesji jesiennej. Student ma prawo wykorzystać dwa dowolne terminy.

Warunkiem koniecznym warunkującym możliwość przystąpienia do egzaminu z przedmiotu jest zaliczenie ćwiczeń projektowych i uzyskanie pozytywnej oceny za wykonanych zadań projektowych.

Na egzaminie studenci nie mogą korzystać z podręczników, notatek lub innych opracowań materiału wykładowego.

Ocena zintegrowana z przedmiotu jest średnią ważoną oceny z ćwiczeń projektowych (waga 0,3) oraz egzaminu (waga 0,7).

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów ze specyfiką realizacji procesów biotechnologicznych prowadzonych w skali przemysłowej. W trakcie wykładu omawiane są przemysłowe aplikacje technologii biochemicznych tradycyjnych oraz innowacyjnych, które stanowią podstawę różnych gałęzi przemysłu spożywczego, farmaceutycznego, chemicznego oraz sektora bioenergetycznego i ochrony środowiska.

**Tematyka poszczególnych wykładów:**

Wykład 1. Wprowadzenie do przedmiotu. Przemysłowa dezintegracja komórek mikroorganizmów.

Wykład 2. Produkcja biomasy mikroorganizmów.

Wykład 3. Przemysłowa produkcja etanolu.

Wykład 4. Biopaliwa.

Wykład 5. Browarnictwo.

Wykład 6. Winiarstwo. Miodosytnictwo. Mocne napoje alkoholowe.

Wykład 7. Produkcja kwasów organicznych.

Wykład 8. Polisacharydy i aminokwasy.

Wykład 9. Biotechnologie przemysłu spożywczego.

Wykład 10. Preparaty enzymatyczne.

Wykład 11. Biotechnologie antybiotyków.

Wykład 12. Technologie biofarmaceutyków.

Wykład 13. Biotechnologie środowiskowe.

Wykład 14. Biorafinerie.

Wykład 15. Innowacje w bioinżynierii.

**Tematyka zajęć projektowych:**

Zakres tematyczny zajęć projektowych umożliwia praktyczne zapoznanie się ze specyfiką obliczeń inżynierskich i zagadnień projektowych odnoszących się do otrzymywania i oczyszczania bioproduktów uzyskanych w wyniku różnych technik hodowli komórek mikroorganizmów prowadzonych w skali przemysłowej.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Biotechnologia materiałów polimerowych**

|                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Andrzej Plichta      |
| Język wykładowy:             | polski                            |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                      |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + laboratorium (15h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 3                                 |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest omówienie metod biotechnologicznych otrzymywania materiałów polimerowych z wykorzystaniem substancji biologicznych oraz organizmów żywych a także biotechnologicznych metody otrzymywania monomerów i surowców do syntezy materiałów polimerowych. Jako wstęp przedstawione zostaną podstawowe wiadomości na temat właściwości i otrzymywania polimerów. W wykładzie uwzględnione będą wiadomości na temat biotechnologicznych procesów degradacji materiałów polimerowych. Szczególna uwaga poświęcona będzie degradacji hydrolytycznej, enzymatycznej, bakteryjnej, z udziałem grzybów oraz kompostowania. Uwzględnione będą również aplikacje i metody przetwórstwa materiałów polimerowych, w tym stosowanych w medycynie, farmacji i przemyśle spożywczym i kosmetycznym. W ramach laboratorium planowane są 3 eksperymenty jako 5 godzinne bloki:

1. polimeryzacja laktydu lub jego kopolimeryzacja,
2. chemiczna modyfikacja skrobi ziemniaczanej,
3. przetwórstwo polilaktydu metodą wytlaczania.

**Bibliografia:**

1. Alexander Steinbüchel, "Biopolymers", Wiley-VCH, London, 2004.
2. Red. Buddy D. Ratner and Allan S. Hoffman, "Biomaterials Science, an Introduction to Materials in Medicine", Academic Press, London, 1996.
3. Ed. John W. Boretos, Murray Eden, "Contemporary Biomaterials", Noyes Pub., New Jersey, 1984.
4. Ruth Freitag, "Synthetic Polymers for Biotechnology and Medicine" Eureka.com / Landes Bioscience, Georgetown, 2003.

**Efekty kształcenia:**

1. Zna najważniejsze procesy biotechnologiczne i technologiczne wykorzystywane w celu produkcji, modyfikacji i przetwórstwa materiałów polimerowych, w szczególności zdolnych do biodegradacji
2. Posiada wiedzę z zakresu recyklingu, odzysku energii i biodegradacji materiałów polimerowych
3. Potrafi poprawnie nazywać związki wielkocząsteczkowe, rodzaje procesów syntezy tych związków oraz wykorzystywane monomery;
4. Posiada umiejętność opisu właściwości reologicznych (stan szklisty, elastyczny, plastyczny) materiałów polimerowych rozumiejąc płynące z tego praktyczne konsekwencje
5. Potrafi przedstawić ideowe schematy technologiczne wybranych procesów biotechnologicznych i technologicznych prowadzących do powstawania polimerów, w tym biodegradowalnych; posiada umiejętność opisanie technologicznych operacji jednostkowych i przypisać operacjom syntezy odpowiednie typy reakcji chemicznych podając wykorzystywane reagenty oraz otrzymane produkty główne i uboczne
6. Potrafi wykonać bilans masowy procesu dostosowując go do założeń ćwiczenia laboratoryjnego, potrafi zastosować elementy statystyki inżynierskiej na przykładzie obliczania wydajności wytlaczarki podczas przetwórstwa polimerów biodegradowalnych, potrafi zweryfikować obliczony teoretyczny średni ciężar cząsteczkowy polimeru w

oparciu o wyniki analizy chromatogramu i spektrogramu

7. Potrafi wybrać i uzasadnić odpowiedni rodzaj recyklingu bądź utylizacji (odzysk energii, biodegradacja) dla różnych materiałów polimerowych

8. Potrafi pracować w grupie dzieląc się pracą i obowiązkami dotyczącymi realizacji ćwiczenia i opracowania wyników (sprawozdanie)

#### Kryteria oceny:

--- Laboratorium ---

1. Uczestnictwo w zajęciach laboratoryjnych jest obowiązkowe.

2. Studenci mają obowiązek przygotować się do wykonywania każdego ćwiczenia na podstawie wcześniej otrzymanych pisemnych instrukcji od prowadzącego. W czasie zajęć odbywa się omówienie wykonywanych eksperymentów wspólnie przez prowadzącego i studentów. Stopień przygotowania studentów do tej rozmowy wpływa na końcową ocenę laboratorium.

3. Poprawne wykonanie zadanych eksperymentów i pozostawienie stanowiska pracy w pierwotnej formie jest obligatoryjne dla każdej podgrupy i wpływa na ocenę z laboratorium.

4. Kończącą formą zaliczenia laboratorium jest dostarczenie trzech sprawozdań przez każdą z podgrup.

--- Wykład ---

1. Uczestnictwo w wykładzie nie jest obowiązkowe lecz zalecane.

2. Wykład składa się z części podstawowej oraz rozszerzonej: część podstawowa jest wykładana przez prowadzącego, część rozszerzona może być prezentowana przez studentów w formie 15-20 minutowych referatów (łącznie około 5 godzin). Prowadzący służy materiałami pomocnymi w przygotowaniu referatu. Wcześniejsza konsultacja z prowadzącym treści prezentowanych na zajęciach przez studentów jest obowiązkowa.

3. Zaliczenie wykładu odbywa się w formie egzaminu pisemnego, który obejmuje tylko część podstawową wykładu (dla studentów, którzy prezentowali referaty w części podstawowej) lub część podstawową i rozszerzoną wykładu (dla pozostałych studentów).

4. Egzamin ma formę testu wielokrotnego wyboru (wszystkie odpowiedzi są punktowane - punkt otrzymuje się za zaznaczenie prawidłowej odpowiedzi i niezaznaczenie nieprawidłowej odpowiedzi) oraz dwóch pytań otwartych.

5. Kryteria zaliczenia egzaminu: poniżej 51% - niezaliczone, od 51% - 3,0; od 60% - 3,5; od 70% - 4,0; od 85% - 4,5; od 95% - 5,0.

--- Zaliczenie przedmiotu ---

1. Kończąca ocena jest wyrażona jako 30 % oceny z laboratorium i 70 % oceny z egzaminu.

#### Szczegółowe treści merytoryczne:

Wykład:

1. Wprowadzenie do chemii, technologii i biotechnologii polimerów

1.1. Różne aspekty topologiczne i morfologiczne w budowie polimerów

1.2. Podstawowe definicje i parametry dotyczące materiałów polimerowych.

2. Recykling materiałów polimerowych:

2.1. Rodzaje i przykłady najważniejszych procesów recyklingu,

2.2. Pozytywne i negatywne aspekty stosowania różnych rodzajów recyklingu

2.3. Wybór rodzaju recyklingu dla konkretnych materiałów polimerowych

3. Biotechnologiczne procesy degradacji materiałów polimerowych

3.1. Degradacja hydrolityczna,

3.2. Degradacja enzymatyczna,

3.3. Degradacja bakteryjna (aerobowa, anaerobowa),

3.4. Degradacja z udziałem grzybów

- 3.5. Kompostowanie: zakłady kompostowania a wysypiska śmieci
4. Biotechnologia materiałów polimerowych pochodzenia naturalnego
  - 4.1. Właściwości, modyfikacja i zastosowanie polisacharydów: celulozy, skrobi, chityny
  - 4.2. Pozyskiwanie i przetwórstwo lateksu
5. Biotechnologiczne metody otrzymywania monomerów i surowców do syntezy materiałów polimerowych
  - 5.1. Kwas mlekowy,
  - 5.2. Glikole (1,3-propanodiol),
  - 5.3. gliceryna
6. Technologie otrzymywania syntetycznych polimerowych materiałów biodegradowalnych
  - 6.1. Synteza poliestrów alifatycznych i kopoliestrów alifatyczno-aromatycznych na drodze polikondensacji i transestryfikacji.
  - 6.2. Synteza polimerów hiperrozgałęzionych (dendrymerów)
  - 6.3. Synteza alifatycznych poliestrów, poliwęglanów i kopolimerów na drodze polimeryzacji z otwarciem pierścienia (ROP) monomerów heterocyklicznych
  - 6.4. Technologia i właściwości poli(kwasu mlekowego)
  - 6.5. Synteza alifatycznych, biodegradowalnych kopolimerów z wykorzystaniem CO<sub>2</sub> i CO
7. Biotechnologie otrzymywania materiałów polimerowych z wykorzystaniem substancji biologicznych oraz organizmów żywych.
  - 7.1. Polimeryzacje enzymatyczne
  - 7.2. Poliestry bakteryjne i transgeniczne
8. Biotechnologiczne zastosowania materiałów polimerowych.
  - 8.1. Technologie wszczepiennych biomedycznych materiałów polimerowych i ich kompozytów (nici chirurgiczne, implanty kostne, opatrunki, angioplastyka itd.)
  - 8.2. Nośniki leków
  - 8.3. Dodatki do kosmetyków,
  - 8.4. Dodatki spożywcze
  - 8.5. Biodegradowalne naczynia jednorazowe, opakowania spożywcze, maty tkane i nietkane, włókna
  - 8.6. Otrzymywanie materiałów polimerowych o działaniu bakterio- i/lub grzybobójczym.
9. Metody przetwórstwa termoplastycznych materiałów polimerowych biodegradowalnych i ze źródeł odnawialnych
  - 9.1. Wytłaczanie
  - 9.2. Wtrysk
  - 9.3. Termoformowanie

Laboratorium:

1. Polimeryzacja lub kopolimeryzacja laktydu jako monomeru pochodzącego ze źródeł odnawialnych w innych monomerami heterocyklicznymi (przygotowanie układu reakcyjnego, przeprowadzenie polimeryzacji, wyodrębnienie produktu polimerowego oraz analiza wyników badań instrumentalnych)
2. Chemiczna modyfikacja skrobi ziemniaczanej (Przygotowanie skrobi ziemniaczanej modyfikowanej akryloamidem, ocena lepkości kleiku próbek pobieranych w czasie - wpływ degradacji termicznej, hydrolitycznej oraz stopnia podstawienia i zdolności do tworzenia wiązań wodorowych na lepkość)
3. Przetwórstwo polilaktydu metodą wytłaczania (dobór parametrów wytłaczania, pomiar wydajności wytłaczania oraz badania wpływu parametrów procesu na jakość - długość, średnica - wytłoczonej żyłki.

**Uwagi dodatkowe: Przedmiot obieralny 7 semestru**

**Chemia analityczna**

|                              |                                    |
|------------------------------|------------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Maria Balcerzak |
| Język wykładowy:             | polski                             |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                            |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)                       |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                                  |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest zapoznanie studentów z metodami i technikami analitycznymi wykorzystywanymi do oznaczania jakościowego i ilościowego składu substancji, ze szczególnym uwzględnieniem badań próbek biologicznych. Zasadniczą część wykładu stanowi omówienie metod oznaczania, klasycznych i instrumentalnych, umożliwiających oznaczanie substancji (nieorganicznych i organicznych) na różnych poziomach stężeń i w różnych materiałach. Scharakteryzowane są reakcje analityczne stanowiące podstawę miareczkowych i wagowych metod oznaczania. Omawiane są podstawy instrumentalnych technik: spektroskopowych (absorpcyjnej spektroskopii cząsteczkowej w nadfiolecie i zakresie widzialnym (UV-VIS), spektrofluorymetrii, atomowej absorpcyjnej spektrometrii (AAS), spektralnej analizy emisyjnej (OES) z uwzględnieniem różnych źródeł wzbudzenia i technik wykorzystujących promieniowanie rentgenowskie), spektrometrii mas, technik elektroanalitycznych, technik chromatograficznych (chromatografii gazowej (GC), chromatografii cieczowej (HPLC)) i elektroforezy kapilarnej (CE). W wykładzie omawiane są sposoby przygotowywania próbek (pobierania, rozkładu i rozdzielania składników) do oznaczeń substancji różnymi metodami oraz metody oszacowywania błędów wyników analitycznych.

**Bibliografia:**

1. J. Minczewski, Z. Marczenko, „Chemia analityczna”, PWN, Warszawa 2004.
2. W. Szczepaniak, „Metody instrumentalne w analizie chemicznej” PWN, Warszawa 2004.
3. D.A. Skoog, D.M. West, F.J. Holler, S.R. Crouch, „Podstawy chemii analitycznej”, PWN, Warszawa, 2006.
4. „Chemia analityczna - Ćwiczenia laboratoryjne” praca zbiorowa pod redakcją I. Głuch i M. Balcerzak, Oficyna Wydawnicza PW, 2007

**Efekty kształcenia:**

Student powinien:

- (1) znać metody badań umożliwiające oznaczanie substancji, nieorganicznych i organicznych, w różnych materiałach i na różnych poziomach stężeń.
- (2) posiadać wiedzę na temat możliwości wykorzystania reakcji chemicznych i nowoczesnej aparatury analitycznej do oznaczania substancji metodami klasycznymi (wagowymi i miareczkowymi) i metodami instrumentalnymi (spektroskopowymi, elektroanalitycznymi, chromatograficznymi, elektroforetycznymi).
- (3) potrafić wybrać optymalną metodę oznaczania określonych składników badanych próbek w zależności od rodzaju badanego materiału, rodzaju i poziomu zawartości analitu oraz rodzaju matrycy.
- (4) potrafić zaprojektować metodę analizy konkretnego materiału na zawartość oznaczanego składnika(ów).
- (5) mieć świadomość znaczenia kontroli analitycznej składu różnorodnych materiałów dla różnych dziedzin życia i świadomość pogłębiania swojej wiedzy w zakresie znajomości stosowanych metod i aparatury.



**Kryteria oceny:**

Zaliczenie przedmiotu wymaga zaliczenia pisemnego egzaminu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Wprowadzenie do przedmiotu „Chemia analityczna”.
2. Reakcje analityczne. Klasyczne (chemiczne) metody analizy (miareczkowe i wagowe).
3. Reakcje kwas-zasada. Alkacymetria.
4. Reakcje tworzenia kompleksów. Kompleksometria.
5. Reakcje utleniania i redukcji. Redoksometria.
6. Miareczkowe metody strąceniowe.
7. Analiza wagowa.
8. Instrumentalne techniki analityczne. Metody wzorcowania.
9. Spektralne metody analizy: spektrofotometria UV-VIS, spektrofluorymetria, atomowa absorpcyjna spektrometria, optyczna emisyjna spektrometria i metody rentgenowskie.
10. Spektrometria mas.
11. Metody immunochemiczne.
12. Metody elektroanalityczne.
13. Chromatograficzne i elektroforetyczne metody analizy.
14. Pobieranie próbek.
15. Metody rozkładu próbek.
16. Metody rozdzielania [strąceniowe, ekstrakcyjne (w układach ciecz-ciecz, ciecz-ciało stałe), lotnościowe].
17. Metody oceny jakości wyników analitycznych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia analityczna - Laboratorium**

|                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Iwona Głuch-Dela |
| Język wykładowy:             | polski                   |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu             |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (60h)       |
| Liczba punktów ECTS:         | 4                        |

**Cele przedmiotu:**

Metody przeprowadzania próbek naturalnych do roztworu.

Klasyczne metody analizy.

Instrumentalne techniki analityczne.

Opracowanie wyników analizy.

Ocena przydatności zastosowanej metody do rozwiązania konkretnego problemu analitycznego.

**Bibliografia:**

- 1) I. Głuch, M. Balcerzak: "Chemia analityczna. Ćwiczenia laboratoryjne", Oficyna Wydawnicza PW
- 2) J. Minczewski, Z. Marczenko: "Chemia analityczna", PWN
- 3) W. Szczepaniak: "Metody instrumentalne w analizie chemicznej", PWN
- 4) Z. Galus: "Zadania rachunkowe z chemii analitycznej", PWN

**Efekty kształcenia:**

Umiejętność przygotowania odważki analitycznej substancji podstawowej oraz próbki materiału pochodzenia naturalnego i przeprowadzenia jej do roztworu

Umiejętność oznaczenia wybranych składników próbki za pomocą klasycznych oraz instrumentalnych technik analitycznych

Umiejętność obliczenia zawartości oznaczanego składnika w wybranym materiale naturalnym

Umiejętność przedstawienia i zinterpretowania wyników analiz

Umiejętność oceny przydatności wybranej metody analizy do rozwiązania danego problemu analitycznego

Umiejętność pracy w zespole zarówno podczas wykonywania analiz jak i opracowywania wyników

**Kryteria oceny:**

Ocena końcowa odpowiada liczbie punktów uzyskanych na ćwiczeniach laboratoryjnych, będącej sumą punktów otrzymanych za kolokwium wstępne, wykonanie ćwiczenia i opracowanie sprawozdania.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Przygotowywanie odważek substancji podstawowych i próbek do analizy

Przeprowadzanie próbek do roztworu

Klasyczne metody analizy:

- alkacymetria
- kompleksometria
- redoksometria
- analiza strąceniowa
- analiza wagowa

Instrumentalne techniki analityczne:

- spektrofotometria

- absorpcyjna spektrometria atomowa
- optyczna spektrometria emisyjna
- potencjometria
- chromatografia cieczowa
- chromatografia gazowa
- elektroforeza

Obliczanie i interpretacja wyników analiz

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia fizyczna**

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Tadeusz Hofman, prof. PW |
| Język wykładowy:             | polski                                |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                               |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (45h)                          |
| Liczba punktów ECTS:         | 5                                     |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest przedstawienie ogólnych definicji, pojęć i zasad do opisywania konkretnych zagadnień fizykochemicznych oraz omówienie przemian materii z jednej postaci w drugą i zjawisk fizycznych towarzyszących przemianom chemicznym i wpływającym na nie.

Przedmiot obejmuje podstawy fenomenologicznej chemii fizycznej. Składa się z trzech podstawowych działów: termodynamiki (1/2), kinetyki chemicznej (1/4) i elektrochemii (1/4).

**Bibliografia:**

1. T. Hofman, Materiały pomocnicze, <http://www.ch.pw.edu.pl/~hof/bio.htm>.
2. H. Buchowski, W. Ufnalski, Podstawy termodynamiki, WNT, Warszawa 1994.
3. H. Buchowski, W. Ufnalski Gazy, ciecz, płyny, WT, Warszawa, 1994.
4. H. Buchowski, W. Ufnalski, Roztwory, WNT, Warszawa 1995.
5. H. Buchowski, W. Ufnalski, Równowagi chemiczne, WNT, Warszawa 1995.
6. Praca zbiorowa, Chemia fizyczna, PWN, Warszawa, 1980.
7. K. Pigoń, Z. Ruziewicz, Chemia fizyczna, PWN, Warszawa, 1986.

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu student

- zna podstawy termodynamiki fenomenologicznej, elektrochemii i kinetyki chemicznej,
- potrafi wyjaśnić przyczyny zachodzących zjawisk makroskopowych i związki między parametrami w stanie równowagi,
- potrafi znaleźć związki pomiędzy parametrami dla podstawowych procesów termodynamicznych i elektrochemicznych oraz dla stanu równowagi
- potrafi znaleźć zależności opisujące kinetykę reakcji chemicznych

**Kryteria oceny:**

1. Warunkiem dopuszczenia do egzaminu jest zaliczenie ćwiczeń rachunkowych.
2. Ocena z Ćwiczeń - bdb zwalnia z egzaminu i przepisywana jest jako egzaminacyjna.
3. Egzamin składa się z dwugodzinnej części pisemnej, na którą składa się w połowie materiał z Termodynamiki i w połowie z Kinetyki i Elektrochemii oraz ustnej (zwykle następnego dnia).
4. Warunkiem zaliczenia egzaminu jest niezależne zaliczenie obu jego części. Można to zrobić w różnych terminach (np. zaliczona termodynamika w pierwszym terminie zostanie uznana podczas kolejnego egzaminu), ale pod warunkiem zdania całego egzaminu w sesji letniej lub jesiennej tego samego roku.
5. Przewiduje się 3 terminy egzaminów (dwa w sesji letniej i jeden w sesji jesiennej).
6. Student ma prawo do dwukrotnego poprawiania niezdanej połówki egzaminu, ale tylko w ramach terminów ustalonych przed sesją egzaminacyjną.
7. W zależności od liczby punktów zdobytych (P) na egzaminie pisemnym wynikają następujące konsekwencje:  
 $P < 40\%$  - niedostateczny  
 $40\% < P < 50\%$  - egzamin ustny

P > 50% - egzamin cząstkowy jest zdany; ocena łączna jest średnią arytmetyczną wyników z termodynamiki oraz kinetyki i elektrochemii. Ocena wynika z zestawienia

< 50% - niedostateczny

[50 - 60) - dostateczny

[60 - 70) - dostateczny 1/2

[70 - 80) - dobry

[80 - 90) - dobry 1/2

[90 - 100] - bardzo dobry

ale można ją poprawiać na egzaminie ustnym.

#### **Szczegółowe treści merytoryczne:**

Przedmiot obejmuje podstawy fenomenologicznej chemii fizycznej. Składa się z trzech podstawowych działów: termodynamiki (1/2), kinetyki chemicznej (1/4) i elektrochemii (1/4), w których omawiane są następujące tematy.

Termodynamika: Podstawy termodynamiki klasycznej; Zasady termodynamiki; termochemia; warunki równowagi i zachodzenia procesów; równowagi fazowe w czystych składnikach; równowagi chemiczne; równowaga ciecz-para, ciecz-ciecz, ciecz-ciało stałe w układach dwu- i trójskładnikowych; równowaga osmotyczna.

Kinetyka chemiczna: Podstawowe pojęcia kinetyki; teorie szybkości reakcji; izotermi adsorpcji; reakcje katalityczne; reakcje z fazą stałą; reakcje enzymatyczne; podstawy fotochemii.

Elektrochemia: Właściwości roztworów elektrolitów; przewodność; teoria Debye'a-Hückela; potencjał dyfuzyjny; potencjały półogniw; korozja metali.

#### **Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia fizyczna - Ćwiczenia**

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Tadeusz Hofman, prof. PW |
| Język wykładowy:             | polski                                |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                          |
| Rodzaj zajęć:                | ćwiczenia (30h)                       |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                                     |

**Cele przedmiotu:**

Ćwiczenia audytoryjne obejmują zajęcia praktyczne z rozwiązywania problemów obliczeniowych obejmujących: termodynamikę chemiczną, elektrochemię i kinetykę chemiczną.

**Bibliografia:**

1. T. Hofman, Materiały pomocnicze, <http://www.ch.pw.edu.pl/~hof/bio.htm>.
2. W. Ufnalski, Ćwiczenia rachunkowe z chemii fizycznej, WPW, Warszawa, 1982.
3. A. W. Adamson, Zagadnienia z chemii fizycznej, PWN, Warszawa, 1978.
4. J. Demichowicz-Pigoniowa, Obliczenia fizykochemiczne, PWN, Warszawa, 1984.

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu student

- potrafi obliczyć zmiany parametrów towarzyszącym prostym procesom termodynamicznym oraz wykorzystać związki pomiędzy parametrami w przypadku równowagi chemicznej i fazowej,
- potrafi obliczyć parametry i funkcje opisujące kinetykę reakcji chemicznych,
- potrafi zdefiniować podstawowe informacje potrzebne do obliczeń i znaleźć je w źródłach.

W zakresie kompetencji społecznych

- potrafi zaplanować sposób postępowania zmierzający do rozwiązania postawionego problemu, a szczególnie z zakresu termodynamiki stosowanej, elektrochemii i kinetyki chemicznej.

**Kryteria oceny:**

1. Podstawą zaliczenia są 4 kolokwia (2 z termodynamiki, 1 z kinetyki, 1 z elektrochemii).
2. Każde kolokwium można poprawiać JEDEN raz.
3. O zaliczeniu decyduje suma punktów zdobytych podczas całego semestru. W następujący sposób punktacja ta tłumaczona jest na oceny:  
 < 50% - niedostateczny  
 [50 - 60) - dostateczny  
 [60 - 70) - dostateczny 1/2  
 [70 - 80) - dobry  
 [80 - 90) - dobry 1/2  
 [90 - 100] - bardzo dobry
4. Dopuszcza się również inne formy zdobywania punktów (kartkówki, zadania domowe, odpowiedzi przy tablicy (!) etc.).
5. Nie jest istotna przyczyna nieobecności na kolokwium. W związku z czym nie są wymagane zwolnienia lekarskie lub inne usprawiedliwienia. Uważamy, że skoro każde kolokwium odbędzie się 2 razy, wszyscy będą mieli okazję uczestniczyć w czterech kolokwium. Nie przewidujemy w związku z tym żadnych innych, dodatkowych terminów.

6. Jedyne materiały dopuszczalne na kolokwium to:

- kalkulator
- przyrząd do pisania
- kartki papieru, czyste w momencie rozpoczęcia kolokwium
- na kolokwium z termodynamiki należy mieć tablice danych termodynamicznych (nazywane w skrócie Tablicami), które NIE MOGĄ zawierać żadnych dopisków ani komentarzy.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Podstawy termodynamiki chemicznej

I zasada termodynamiki. Termodynamiczne przemiany substancji czystych. Równowagi fazowe w układach jednoskładnikowych. Związki pomiędzy funkcjami termodynamicznymi w układach wieloskładnikowych. Równowagi fazowe w układach dwu- i trójskładnikowych. Równowagi w układach reagujących.

2. Kinetyka chemiczna

Interpretacja pomiarów kinetycznych w układach izochorycznych, periodycznych. Wyznaczanie rzędu reakcji i stałych szybkości reakcji prostych i złożonych. Reakcje następcze i metoda stanu stacjonarnego. Wpływ temperatury na stałą szybkości reakcji. Teoria zderzeń, teoria stanu przejściowego.

3. Elektrochemia

Interpretacja wyników pomiarów przewodnictwa elektrolitów. Wyznaczanie liczb przenoszenia; współczynnik aktywności i aktywność elektrolitów mocnych. Zastosowanie pomiarów SEM.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia ogólna i nieorganiczna**

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Aldona Zalewska   |
| Język wykładowy:             | polski                         |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                        |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + ćwiczenia (15h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 6                              |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest przedstawienie budowy materii na poziomie mikro- i makroświata ze szczególnym uwzględnieniem teorii wiązań chemicznych. Zawiera zagadnienia dotyczące klasyfikacji pierwiastków i związków chemicznych, przegląd najważniejszych typów wiązań chemicznych w drobinach oraz przegląd wiązań i innych oddziaływań międzycząsteczkowych w układach makroskopowych. Obejmuje morfologię reakcji chemicznych oraz makroskopowe przemiany materii wraz z elementami opisu termochemicznego. Wykład zawiera systematyczny przegląd struktur, właściwości i metod otrzymywania pierwiastków oraz ich najważniejszych związków, w szczególności połączeń tlenowych i związków z wodorem. Wykład wzbogacony jest o elementy chemii bionieorganicznej i zawiera opis struktury i właściwości ważniejszych biokompleksów. Celem ćwiczeń jest zapoznanie studentów z teoretycznymi podstawami obliczeń chemicznych dla wybranych działów chemii oraz utrwalenie tych wiadomości poprzez rozwiązywanie zadań.

**Bibliografia:**

1. A. Bielański, Podstawy chemii nieorganicznej, PWN, Warszawa 1987, 2002, 2010.
2. Chemia nieorganiczna, Praca zbiorowa pod red. L. Kolditza, PWN, Warszawa 1994.
3. F.A. Cotton, G. Wilkinson, P.L. Gaus, Chemia nieorganiczna. Podstawy. PWN, Warszawa 1995.
4. Z. Gontarz, Związki tlenowe pierwiastków bloku sp, WNT, Warszawa 1993.
5. Z. Gontarz, A. Górski, Jednopierwiastkowe struktury chemiczne, WNT, 1998. Wersja elektroniczna: Biblioteka Cyfrowa PW <http://bcpw.bg.pw.edu.pl/>
6. A.F. Williams, Chemia nieorganiczna - podstawy teoretyczne, PWN Warszawa 1986.
7. A.F. Wells, Strukturalna chemia nieorganiczna, WNT, Warszawa 1993.
8. A. Górski, Chemia, T. I - Budowa i przemiany materii, PWN, Warszawa 1974.
9. E. Skrzypczak, Z. Szefliński, Wstęp do fizyki jądra atomowego i cząstek elementarnych, PWN, Warszawa 1995.

Dodatkowe materiały udostępnione na stronie wykładowcy:  
<http://www.ch.pw.edu.pl/~janzac/>

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć wiedzę teoretyczną na temat budowy materii na poziomie mikro- i makroświata ze szczególnym uwzględnieniem teorii wiązań chemicznych,
- umieć właściwie operować podstawowymi pojęciami chemicznymi i nomenklaturą chemiczną,
- umieć wykonać podstawowe obliczenia chemiczne,
- znać zasady klasyfikacji pierwiastków i związków chemicznych,
- umieć scharakteryzować najważniejsze typy wiązań chemicznych,
- umieć przewidzieć budowę przestrzenną i elektronową prostych i złożonych drobin,
- umieć określić potencjalne właściwości chemiczne dla prostych związków chemicznych w oparciu o ich budowę i charakter wiązań,
- podać prawidłowy zapis równań reakcji chemicznych i przewidywać ich kierunek,



- znać właściwości chemiczne najważniejszych związków, w szczególności połączeń tlenowych i związków z wodorem.

**Kryteria oceny:**

Podstawą zaliczenia przedmiotu jest zaliczenie ćwiczeń oraz zdanie egzaminu końcowego składającego się z części pisemnej i ustnej.

Egzamin pisemny obejmuje 15 pytań i jest oceniany w skali od 0 do 30 punktów.

Warunkiem dopuszczenia do egzaminu ustnego jest uzyskanie minimum 15 punktów z części pisemnej. Ocena z egzaminu jest wystawiana łącznie z obu części.

Zaliczenie ćwiczeń następuje na podstawie sumy wyników dwóch sprawdzianów pisemnych ocenianych w skali od 0 do 20 pkt. Do zaliczenia wymagane jest uzyskanie minimum 24 punktów. W przypadku uzyskania mniejszej liczby punktów studenci mają prawo do jednego kolokwium poprawkowego przeprowadzanego pod koniec semestru.

Ocena końcowa z przedmiotu jest średnią ważoną ocen uzyskanych z ćwiczeń i egzaminu, zgodnie ze wzorem:  $\frac{3}{4} \times$  oceny z egzaminu +  $\frac{1}{4} \times$  oceny z ćwiczeń.

**Szczegółowe treści merytoryczne:****Wykład:**

- Budowa materii: Układy mikro- i makroskopowe. Cząstki elementarne. Budowa jąder atomowych- model kropłowy i powłokowy. Reakcje jądrowe. Powstawanie pierwiastków. Elektry w przestrzeni wokół jądra. Równanie Schrödingera - funkcje falowe. Budowa elektronowa atomu wodoru. Orbitale atomowe.
- Układ okresowy pierwiastków: Układ okresowy pierwiastków a budowa elektronowa rdzenia atomowego i powłok walencyjnych. Skale elektroujemności pierwiastków. Budowa elektronowa trwałych drobin jednordzeniowych.
- Rodzaje wiązań i typy związków chemicznych: Teoria orbitali molekularnych dla homo- i heterojądrowych cząsteczek dwuatomowych. Układy wielordzeniowe - metoda wiązań walencyjnych. Budowa związków kompleksowych.
- Budowa układów makroskopowych: Siły skupiające i rozpraszające w układach makroskopowych. Wiązanie jonowe i metaliczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe, siły van der Waalsa, wiązanie wodorowe. Stan krystaliczny materii.
- Reakcje chemiczne: Definicje kwasów i zasad. Reakcje kwasowo-zasadowe i utleniania-redukcji. Równowagi chemiczne i równowagi fazowe.
- Wodór i jego związki, gazy szlachetne.
- Pierwiastki drugiego okresu i ich związki: Tlen i fluor. Azot. Węgiel. Związki metaloorganiczne. Bor.
- Chemia pierwiastków pierwszej i drugiej grupy układu okresowego.
- Pierwiastki trzeciego okresu i ich związki. Chlor i siarka. Fosfor. Krzem i glin.
- Chemia wybranych pierwiastków przejściowych.

**Ćwiczenia:**

- Stechiometria i roztwory

Podstawowe pojęcia i prawa chemiczne. Wzory chemiczne. Prawa gazowe, równanie stanu gazu doskonałego. Ułamek wagowy, objętościowy, molowy. Stechiometryczne równanie reakcji. Układanie równań chemicznych. Obliczenia na podstawie równania reakcji chemicznej. Pojęcie roztworu, stężenie procentowe, molowe, molarne. Przeliczanie stężeń. Rozcieńczanie i zatężanie roztworów.

- Równowagi jonowe w wodnych roztworach elektrolitów

Pojęcie reakcji odwracalnej i stanu równowagi. Wpływ parametrów stanu na równowagę chemiczną - reguła przekory. Reakcje kwasowo-zasadowe. Iloczyn jonowy wody, pH roztworu. Mocne i słabe elektrolity. Hydroliza. Roztwory buforowe.

- Reakcje utleniania-redukcji

Reakcje półokowe utleniania i redukcji. Potencjał półogniwa. Szereg elektrochemiczny

układów red-ox. Przewidywanie kierunku reakcji chemicznej na podstawie potencjałów standardowych. Ogniwa galwaniczne. Siła elektromotoryczna ogniwa.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia ogólna i nieorganiczna - Laboratorium**

|                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Regina Borkowska |
| Język wykładowy:             | polski                   |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu             |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (30h)       |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                        |

**Cele przedmiotu:**

Podstawowe pojęcia z obszaru reakcji w roztworach wodnych: dysocjacja, równowagi kwasowo-zasadowe, równowagi strąceniowe, kompleksowania i utleniania-redukcji. Właściwości kationów i anionów, głównie nieorganicznych, powiązanie reaktywności ze strukturą cząsteczek i jonów, uwzględnianie w reaktywności wartości stałych równowag i stężeń reagentów. Podstawy analizy jakościowej, reakcje grupowe i charakterystyczne kationów i anionów.

**Bibliografia:**

1. J. Minczewski, Z. Marczenko, Chemia analityczna t.1 - podstawy teoretyczne i analiza jakościowa
2. A. Śliwa Obliczenia Chemiczne
3. skrypt PW "laboratorium Chemii Ogólnej i Nieorganicznej

**Efekty kształcenia:**

Student poznaje zasady pracy laboratoryjnej - posługiwanie się prostym sprzętem szklanym i pomiarowym ( pH-metr, konduktometr itp.), pobieranie, odmierzanie, wykonywanie prostych reakcji. Uczy się zasad obserwacji procesów, wyciągania wniosków z obserwowanych zjawisk, poprawnego dokumentowania pracy doświadczalnej, planowania prostych eksperymentów i weryfikacji hipotez.

**Kryteria oceny:**

Na ocenę punktowa , przeliczaną na koniec na formalną, składają się punkty za: przygotowanie do ćwiczeń, sprawdzane krótkimi testami wejściowymi, wykonanie ćwiczeń, prowadzenie dziennika laboratoryjnego, opracowanie wyników ( sprawozdania w dziennikach), poprawność wykonania zadań analitycznych, oraz za test końcowy ( zadania obliczeniowe z tematów ćwiczeń oraz pytania testowe otwarte). Zaliczenie testu jest warunkiem zaliczenia całości.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Treści merytoryczne

1. Zasady b. h. i p. pracy laboratoryjnej, podstawowe czynności laboratoryjne.
2. Roztwory elektrolitów i nieelektrolitów, przewodnictwo elektrolityczne różnych roztworów - zależności od stężeń i składu. Równowagi jonowe. Słabe i mocne kwasy i zasady.
3. Reakcje kwasowo-zasadowe, reakcje zobojętnienia, równowagi w układach kwasów, zasad i soli, mechanizm działania układów buforujących, pojęcie i reakcje hydrolizy.
4. Rozpuszczalność i iloczyn rozpuszczalności - równowagi w reakcjach strącania osadów, określanie stężeń kationów i anionów po reakcji, czynniki przesuwające równowagę.
5. Związki kompleksowe i reakcje kompleksowania - podstawowe pojęcia o strukturze jonów kompleksowych i związków chemicznych zawierających takowe. Równowagi kompleksowania, stałe trwałości, wyznaczanie stężeń równowagowych, przesuwanie równowag kompleksowania.
6. Równowagi utleniania-redukcji -- układy redox, potencjały standardowe, zależności

potencjałów od stężeń, równowagi i kierunki reakcji redox, ogniwa galwaniczne  
7. Skrócona analiza jakościowa nieorganiczna - reakcje wspólne kationów i anionów z niektórymi odczynnikami grupowymi, reakcje charakterystyczne, sposób prowadzenia prac analitycznych, wykrywanie kationów i anionów w układach jednoskładnikowych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia organiczna 1**

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Magdalena Popławska    |
| Język wykładowy:             | polski                         |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                        |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (60h) + ćwiczenia (30h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 7                              |

**Cele przedmiotu:**

Systematyka i nomenklatura związków organicznych. Budowa, własności fizyczne i chemiczne najważniejszych grup związków organicznych. Mechanizmy reakcji organicznych. Synteza organiczna. Podstawy stereochemii. Związki naturalne (węglowodany, aminokwasy, białka, lipidy, kwasy nukleinowe i alkaloidy)

**Bibliografia:**

J. McMurry "Chemia Organiczna"  
 R. T. Boyd R. N. Morrison "Chemia Organiczna"  
 P. Mastalerz "Chemia Organiczna"

**Efekty kształcenia:**

Znajomość nomenklatury, metody otrzymywania, własności chemiczne, zastosowania praktyczne oraz znaczenie przemysłowe podstawowych grup związków organicznych. Znajomość mechanizmów, warunków oraz aspekty stereochemiczne podstawowych reakcji organicznych. Zdobyć umiejętności rysowania poprawnych wzorów i ustalania poprawnych systematycznych nazw związków organicznych a także przestrzennego wyobrażenia budowy cząsteczek, poprawnej ilustracji przestrzennej budowy związków organicznych oraz zapisu stereochemicznych aspektów reakcji organicznych. Zdobyć umiejętności przewidywania kierunku podstawowych reakcji organicznych dla wielopodstawionych związków organicznych (np. kierunku substytucji w reakcjach SE lub dominującego mechanizmu w sytuacji konkurencji między reakcjami SN i E). Zdobyć umiejętności projektowania drogi syntezy podstawowych związków organicznych

**Kryteria oceny:**

Ocena z ćwiczeń wystawiana jest w oparciu o system punktowy (dokładne kryteria podane są w "Regulaminie przedmiotu Chemia Organiczna" dla kierunku Biotechnologia). Ocena z egzaminu również wystawiana jest w oparciu o system punktowy (dokładne kryteria podane są w "Regulaminie Egzaminu z chemii organicznej" dla kierunku Biotechnologia). Ostateczna ocena (ocena zintegrowana jest średnią arytmetyczną oceny z egzaminu o oceny z ćwiczeń)

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Tematy wykładów:

Podstawowe pojęcia. Alkany  
 Alkany, cykloalkany  
 Alkeny  
 Alkeny, alkiny  
 Alkiny, dieny  
 Węglowodory aromatyczne  
 Substytucja elektrofilowa  
 Izomeria optyczna  
 Chlorowcopochodne

Subst. nukleofilowa. i eliminacja  
Subst. nukleofilowa. i eliminacja  
Związki metaloorganiczne  
Alkohole  
Fenole  
Etery, nitrozwiązki  
Związki siarkoorganiczne, aminy  
Aminy  
Aldehydy i ketony  
Aldehydy i ketony  
Kwasy karboksylowe  
Pochodne kwasów karboksyl.  
Lipidy, węglowodany  
Węglowodany  
Węglowodany  
Węglowodany  
Aminokwasy  
Aminokwasy, białka  
Białka, kwasy nukleinowe  
Związki heterocykliczne  
Alkaloidy

Tematy ćwiczeń:

Alkany, cykloalkany  
Cykloalkany, alkeny  
Alkeny, alkiny, dieny  
KOŁOKWIUM I  
Węglowodory aromatyczne  
Izomeria optyczna  
Subst. nukleofilowa i eliminacja  
KOŁOKWIUM II  
Związki metaloorg., alkohole  
Alkohole, fenole, nitrozwiązki, etery  
Aminy  
KOŁOKWIUM III  
Aldehydy i ketony  
Kwasy karboksylowe i ich pochodne  
KOŁOKWIUM IV

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia organiczna 1 - Laboratorium**

|                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Magdalena Popławska |
| Język wykładowy:             | polski                      |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (75h)          |
| Liczba punktów ECTS:         | 6                           |

**Cele przedmiotu:**

Studenci zapoznają się z zasadami pracy w laboratorium syntezy organicznej. Wykonują syntezę pięciu prostych związków organicznych, montują aparaturę, wykonują syntezę, oczyszczają otrzymany produkt. Zapoznają się z podstawowymi technikami laboratoryjnymi takimi jak mieszanie, ogrzewanie, różne typy destylacji, krystalizacja, ekstrakcja itd. Otrzymują podstawową wiedzę dotyczącą zasad BHP oraz wiedzę z zakresu ochrony środowiska.

Uczą się zasad opisu wykonywanych czynności - prowadzenie dziennika laboratoryjnego.

**Bibliografia:**

1. Vogel A., Preparatyka organiczna, WNT 1984 lub 2006
2. Materiały zamieszczone w Internecie - [http://zcho.ch.pw.edu.pl/dyd\\_bio2.html](http://zcho.ch.pw.edu.pl/dyd_bio2.html)

**Efekty kształcenia:**

Student, który zaliczył przedmiot:

1. Zna podstawowe zasady pracy w laboratorium chemii organicznej.
2. Potrafi zaprojektować aparaturę do wykonania syntezy prostego związku organicznego w skali laboratoryjnej.
3. Potrafi przeprowadzić syntezę prostego związku organicznego wraz z jego wyodrębnieniem i oczyszczeniem.
4. Potrafi zanalizować czystość otrzymanego prostego związku organicznego na podstawie jego własności fizykochemicznych.
5. Potrafi opisać wykonaną syntezę prostego związku organicznego wraz z omówieniem otrzymanych wyników oraz analizą rozbieżności tych wyników w porównaniu ze spodziewanymi efektami wykonanej reakcji wskazanymi w przepisie źródłowym.

**Kryteria oceny:**

1. Dwa kolokwia pisemne
2. Pięć kolokwiów ustnych zaliczanych przed przystąpieniem do wykonania ćwiczeń
3. Opisy wykonanych ćwiczeń
4. Ocena pracy w semestrze

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Celem zajęć jest nauczanie studentów zasad i sposobu pracy w laboratorium syntezy organicznej, a w szczególności: montażu aparatury i wykonywania typowych czynności i procesów np. ogrzewanie pod chłodnicą zwrotną, różnego typu procesy destylacyjne, mieszanie, sączenie, ekstrakcja, suszenie itp. oraz zapoznanie ze sposobami wyodrębniania produktów, metodami ich oczyszczania oraz określania stopnia ich czystości.

Program pracowni obejmuje wykonanie dwóch ćwiczeń wstępnych dotyczących oczyszczania związków organicznych oraz wykonanie pięciu preparatów. Zestawy preparatów przydzielane poszczególnym studentom są zróżnicowane i mogą podlegać zmianie w trakcie semestru. Preparaty w zestawie wymagają wykonania przez studenta

(przynajmniej jednokrotnie) wszystkich typowych procesów i czynności laboratoryjnych: destylacja zwykła i frakcyjna, destylacja z parą wodną, destylacja próżniowa, krystalizacja, ekstrakcja, reakcja z mieszaniem mechanicznym, reakcja w środowisku bezwodnym, reakcja w niskiej temperaturze, suszenie, wkraplanie, pomiar temp. topnienia. Każde ćwiczenie dotyczy innej grupy reakcji np.: bromowanie lub nitrowanie, estryfikacja, redukcja nitrozwiązku, diazowanie, utlenianie, reakcja acylowania Friedla Craftsa itp.. Skala trudności wykonywanych procesów i czynności ulega w kolejnych ćwiczeniach stopniowemu podwyższeniu. Przed przystąpieniem do wykonywania zadań indywidualnych studenci zdają krótkie kolokwium ustne dotyczące znajomości opisu wykonania danego preparatu, teorii związanej z danym typem reakcji oraz z zagrożeniami wynikającymi z pracy ze stosowanymi odczynnikami chemicznymi.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Chemia organiczna 2**

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Anna Kowalkowska       |
| Język wykładowy:             | polski                         |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                   |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + ćwiczenia (15h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 3                              |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest rozszerzenie podstawowych wiadomości w zakresie syntezy organicznej, uzyskanej przez studentów w trakcie kursu Chemia Organiczna 1. Sposób prezentowania wiedzy ma na celu wykazanie logiki chemii organicznej, przez pokazanie podobieństw szeregu reakcji. Klasyfikacja omawianych reakcji chemicznych, pozwalająca wykazać więzi między reakcjami, ich podobieństwa i różnice, jest oparta na koncepcjach mechanistycznych, mówiących o tym jak i dlaczego przebiega dany proces. Dwie największe części wykładu zostaną poświęcone omówieniu reakcji jonowych, z podziałem na reakcje nukleofilowe i elektrofilowe. W trakcie ostatniej części studenci zostaną zapoznani z wybranymi reakcjami z udziałem ylidów, karbenów, rodników oraz z reakcjami uzgodnionymi.

**Bibliografia:**

1. M. Mąkosza, M. Fedoryński, Podstawy syntezy organicznej. Reakcje jonowe i rodnikowe, OW PW, 2006.
2. J. Clayden, N. Greeves, S. Warren, P. Wothers, Chemia organiczna, WNT, 2010.
3. J. March, Advanced Organic Chemistry, Wiley, dowolne wydanie.
4. Inny zaawansowany podręcznik do chemii organicznej.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien posiadać ogólną wiedzę teoretyczną w zakresie współczesnych metod syntezy organicznej i reaktywności związków organicznych w zależności od grupy funkcyjnej, rozróżniać typy reaktywnych cząstek oraz reakcje biegnące z ich udziałem, zauważać podobieństwo i analogie poszczególnych metod syntezy w zależności od typu aktywnych cząstek występujących w porównywanych reakcjach, posiadać umiejętności pozwalające na określenie produktów podstawowych reakcji jonowych dla podanych substratów i warunków oraz zaproponowanie metody syntezy prostego związku organicznego.

**Kryteria oceny:****Zaliczanie ćwiczeń:**

Ćwiczenia są obowiązkowe, dopuszczalne są dwie nieusprawiedliwione nieobecności. Większa ilość nieobecności nieusprawiedliwionych skutkuje niezaliczeniem zajęć. Oceny za ćwiczenia wystawiane są na podstawie ilości punktów uzyskanych podczas krótkich pisemnych sprawdzianów oraz podczas odpowiedzi ustnych przy tablicy.

**Zaliczanie wykładu:**

Zaliczanie wykładu dokonywane jest na podstawie wyników sprawdzianów pisemnych odbywających się w trakcie semestru. Warunkiem uzyskania zaliczenia jest uzyskanie w sumie co najmniej 51% punktów, przy czym z każdego ze sprawdzianów minimum 35% punktów. Sprawdzian poprawkowy (maksymalnie trzy terminy) organizowany jest po zakończeniu semestru, obejmuje całość materiału wykładowego, a warunkiem uzyskania zaliczenia jest uzyskanie minimum 51% punktów.

Ocena zintegrowana obliczana jest na podstawie wzoru: 80% x ocena z wykładu + 20% x ocena z ćwiczeń.

#### Szczegółowe treści merytoryczne:

Wykład 1: Sposoby podziału reakcji chemicznych, wprowadzenia i omówienie pojęć reaktywna cząstka, nukleofil, elektrofil, ylid, rodnik, karben, reakcja uzgodniona wraz z przykładami. Omówienia pojęcia nukleofila, podział i rodzaje nukleofili, ze szczególnym uwzględnieniem karboanionów. Generowanie karboanionów z C-H kwasów, czynniki decydujące o stabilizacji karboanionów, skala kwasowości, związki metaloorganiczne jako karboaniony.

Wykład 2: Generowanie karboanionów z C-H kwasów, rodzaje zasad i rozpuszczalników, pojęcia katalizy przeniesienia międzyfazowego. Rozpoczęcia omawiania reakcji czynników nukleofilowych z poszczególnymi rodzajami czynników elektrofilowych. Omówienie czynników alkilujących, reakcji alkilowania, czynników wpływających na selektywność C- i O-alkilowania. Alkilowanie malonianu dietylu, acetylooctanu dietylu, cyjanooctanu etylu. Cykloalkilowanie.

Wykład 3: Aniony enolanowe, regioselektywność alkilowania ketonów. Generowanie dianionów i wykorzystanie w reakcjach alkilowania. Alkilowanie aldehydów i ich funkcjonalizacja poprzez tioacetale (umpolung). Otrzymywanie enamin i ich zastosowanie w reakcji Störcka. Przegrupowanie Favorskiego.

Wykład 4: Generowanie i alkilowanie heteroanionów: O-aniony, N-aniony, S-aniony. Aniony nieorganiczne jako nukleofile. Związki karbonylowe jako elektrofile: kondensacja aldolowa, Knoevenagla, Henry'ego i inne.

Wykład 5: Reakcja Wittiga, Hornera-Emmons-Wadswortha, Darzensa, Coreya-Chaykovskiego. Kondensacja Claisena.

Wykład 6: Kondensacja Dieckmanna. Reakcje związków metaloorganicznych ze związkami karbonyłowymi, w tym reakcja Grignarda, Reformatskiego, przykłady reakcji z wykorzystaniem związków lito-, kadmo- i miedzioorganicznych. Reakcja pinakolowa, kondensacja acyloinowa. Wodorek sodu a wodorki kompleksowe. Redukcje borowodorkiem sodu i glinowodorkiem litu.

Wykład 7: Reakcja Cannizzaro. Reakcje związków karbonylowych z anionem cyjankowym, z nienaładowanymi nukleofilami (aminy), heteroanionami. Reakcje elektrofilowych alkenów z czynnikami nukleofilowymi - addycja Michaela. Reakcje elektrofilowych alkenów z anionami nieorganicznymi, aminami, reakcja Baylisa-Hillmana.

Wykład 8: Reakcje elektrofilowych alkenów z karboanionami, wykorzystanie enamin, karboanionów z grupą odchodzącą i akceptorów z grupą odchodzącą w reakcji Michaela. Reakcja Robinsona. Reakcje elektrofilowych alkenów ze związkami metaloorganicznym - selektywność addycji [1,2] i [1,4].

Wykład 9: Reakcje związków aromatycznych z czynnikami nukleofilowymi, reakcje aromatycznych nitrozwiązków z czynnikami nukleofilowymi, reakcja VNS. Redukcja Bircha. Reakcje elektrofilowe. Omówienie typów czynników elektrofilowych.

Karbokationy - stabilizacja, metody generowania. Reakcje karbokationów generowanych z alkenów i alkinów (synteza chlorowcoalkanów, bromohydryn, alkoholi).

Wykład 10: Reakcje karbokationów generowanych z alkoholi, chlorowcopochodnych, alkenów (synteza chlorowcopochodnych, przegrupowanie pinakolowe, addycja karbokationów do alkenów, synteza estrów alkoholi trzeciorzędowych, synteza eterów i tioeterów, reakcja Rittera). Reakcje karbokationów generowanych z eterów winylowych, nitryli.

Wykład 11: Reakcje karbokationów generowanych ze związków karbonylowych (etry chlorometylowe, acetale, reakcja Prinsa, reakcja Mannicha, enolizacja, halogenowanie związków karbonylowych, kondensacja aldolowa na kwaśno). Reakcje karbokationów

generowanych z kwasów karboksylowych, oksymów.

Wykład 12: Reakcje karbokationów ze związkami aromatycznymi (reakcja Gattermanna-Kocha, Gattermanna, chlorometylowanie, synteza Skraupa, reakcja Friedla-Craftsa).

Wykład 13: Ylidy - reakcje ze związkami karbonyłowymi i elektrofilowymi alkenami, karbeny - dichlorokarben, metody generowania i zastosowanie w syntezie, diazozwiązki - zastosowanie diazometanu w syntezie organicznej.

Wykład 14: Rodniki (bromowanie, reakcja Hunsdieckera, reakcja Sandmeyera i reakcje podobne), reakcje uzgodnione (przegrupowanie Cope'a i Claisena, reakcja Dielsa-Aldera).

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Chemia organiczna 2 - Laboratorium**

|                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Anna Kowalkowska |
| Język wykładowy:             | polski                   |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu             |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (30h)       |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                        |

**Cele przedmiotu:**

Celem laboratorium jest doskonalenie techniki pracy w zakresie syntezy organicznej, praktyczne pogłębianie wiedzy zdobytej na wykładach, podniesienie umiejętności posługiwania się szkłem i sprzętem laboratoryjnym. Program zajęć obejmuje jedno lub dwuetapową syntezę preparatu, następnie oczyszczenie go i identyfikację. Studenci zapoznają się także z wybranymi metodami oczyszczania związków oraz wybranymi technikami analitycznymi, stosowanymi do określania postępu reakcji oraz czystości związków organicznych.

Realizacja zajęć laboratoryjnych obejmuje część teoretyczną i część praktyczną. Część teoretyczna polega na dokonanie przeglądu literaturowego, dotyczącego metod syntezy danego związku na podstawie dostępnych baz danych (Reaxys, SciFinder) oraz artykułów w czasopismach. Część praktyczna obejmuje przeprowadzenie syntezy wybranego związku chemicznego, jego oczyszczenie i identyfikację.

**Bibliografia:**

1. Artur I. Vogel, Preparatyka Organiczna, WNT.
2. Bazy danych Reaxys, SciFinder.
3. Czasopisma chemiczne, takie jak J. Org. Chem., Tetrahedron, Tetrahedron Lett., Tetrahedron: Asymmetry, Synth. Commun., Synlett, Synthesis, J. Am. Chem. Soc., J. Med. Chem. i inne.

**Efekty kształcenia:**

Po zakończeniu zajęć student powinien umieć pozyskiwać informacje z baz danych i literatury źródłowej dotyczące metod syntezy i/lub właściwości fizykochemicznych danego związku. Powinien przy tym posługiwać się językiem angielskim, w tym językiem specjalistycznym z zakresu chemii, w stopniu umożliwiającym zrozumienie specjalistycznej literatury fachowej. Na podstawie znalezionych danych student powinien przygotować sprawozdanie, wykazując się przy tym umiejętnością interpretacji uzyskanych informacji.

Po odbyciu laboratorium student powinien umieć otrzymać prosty związek organiczny na drodze 1-2 etapowej syntezy, na podstawie samodzielnie znalezionej literatury anglojęzycznej. Wymienione umiejętności obejmują wykonanie odpowiednich obliczeń, przygotowanie i zestawienie aparatury, przeprowadzenie reakcji z wykorzystaniem mieszania magnetycznego lub mechanicznego, wydzielenie produktu metodą chromatografii kolumnowej lub przez krystalizację oraz określenie czystości otrzymanego związku wybraną metodą.

**Kryteria oceny:**

Sumaryczna ocena z przedmiotu obejmuje ocenę opracowania literaturowego, ocenę pracy w laboratorium i wynik krótkiego kolokwium na koniec zajęć.

Odnośnie oceny opracowania literaturowego pod uwagę brana jest ilość znalezionych metod syntezy oraz sposób ich opisu w sprawozdaniu, ze szczególnym uwzględnieniem prawidłowości cytowania literatury, przygotowania schematów reakcji zawierających wszystkie substraty, reagenty, warunki prowadzenia syntez wraz z wydajnościami

produktów oraz niezbędnymi danymi fizykochemicznymi, charakteryzującymi omawiany związek.

W zakresie pracy laboratoryjnej konieczne jest przeprowadzenie wybranych reakcji oraz oczyszczenie otrzymanego związku/związków. Pod uwagę będzie brana również ocena zaangażowanie studenta w zajęcia oraz stosowanie się do obowiązujących na laboratorium zasad bhp. Istotnym kryterium oceny jest prawidłowość prowadzenia dziennika laboratoryjnego, w którym muszą być zawarte schematy poszczególnych reakcji, wybrane dane fizykochemiczne poszczególnych reagentów, obliczenia, opis przeprowadzonych eksperymentów wraz z dokonanymi w ich trakcie obserwacjami. Dziennik musi być prowadzony w sposób umożliwiający odtworzenie poszczególnych procedur bez korzystania z oryginalnych przepisów.

Laboratorium zakończone będzie krótkim kolokwium sprawdzającym znajomość materiału związanego bezpośrednio z wykonywanym ćwiczeniem.

#### **Szczegółowe treści merytoryczne:**

Celem laboratorium Chemia Organiczna II jest poszerzenie wiedzy i umiejętności studentów w zakresie pracy laboratoryjnej, uzyskanych w trakcie realizacji przedmiotu Chemia Organiczna 1 - Laboratorium. W trakcie zajęć studenci uzyskują umiejętności w zakresie korzystania z literatury fachowej oraz podnoszą swoje kwalifikacje odnośnie pracy eksperymentalnej w laboratorium.

Pierwsza część zajęć poświęcona jest zapoznaniu studentów z bazami danych obejmujących metody otrzymywania, reakcje i właściwości fizykochemiczne związków organicznych (Reaxys, SciFinder). Po omówieniu metodyki korzystania z powyższych baz na podstawie przykładowego związku studenci zapoznają się z praktycznymi aspektami poszukiwań literaturowych, w tym z dostępem do literatury fachowej (czasopisma anglojęzyczne), zarówno on-line jak i w czytelni naukowej.

Następnie korzystając ze zdobytej wiedzy każdy ze studentów indywidualnie poszukuje metod syntezy zadanego związku organicznego. Na zakończenie laboratorium studenci przygotowują sprawozdanie z badań literaturowych, zawierające schematy poszczególnych reakcji wraz ze wszystkimi reagentami oraz warunkami ich prowadzenia (czas, temperatura, wydajność itd). Do każdego schematu musi być przypisane cytowanie artykułu źródłowego wraz z jego autorami.

Podstawową częścią laboratorium są zajęcia praktyczne. Każdy ze studentów zapoznaje się z przepisami z literatury anglojęzycznej, które są następnie realizowane w laboratorium. Do każdej reakcji studenci wykonują obliczenia, samodzielnie montują sprzęt laboratoryjny, prowadzą reakcje, a następnie przerabiają uzyskane mieszaniny i wydzielają produkty. W trakcie laboratorium studenci zapoznają się z wybranymi technikami prowadzenia reakcji, wydzielania produktów i ich identyfikacji. Studenci prowadzą reakcje z wykorzystaniem mieszania mechanicznego lub magnetycznego, przerabiają mieszaniny reakcyjne przy zastosowaniu techniki ekstrakcji, następnie uczą się korzystania z różnych typów wyparek obrotowych. W zależności od struktury otrzymywanych produktów studenci oczyszczają uzyskane związki przez destylację pod zmniejszonym ciśnieniem (pompka wodna, pompa olejowa), destylację na aparacie Kugel-Rohr, krystalizację, chromatografię kolumnową. Studenci kontrolują postęp reakcji lub określają czystość otrzymanych związków wykorzystując techniki analityczne takie jak chromatografia cienkowsarstwowa (TLC) oraz chromatografia gazowa bądź cieczowa.

#### **Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Elektrochemiczne metody bioanalityczne**

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Mariusz Pietrzak  |
| Język wykładowy:             | polski                         |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                   |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (15h) + ćwiczenia (15h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                              |

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zaprezentowanie nowoczesnego spojrzenia na elektrochemiczne metody bioanalityczne. W ramach przedmiotu studenci zdobędą wiedzę na temat zastosowania wybranych technik elektrochemicznych do analizy biocząsteczek i z wykorzystaniem biocząsteczek, tj. enzymów, przeciwciał, kwasów nukleinowych, aptamerów oraz komórek i tkanek. Omówiona zostanie budowa szeregu układów bioanalitycznych. Przedstawione zostaną również metody wyznaczania kluczowych parametrów pracy takich układów oraz metody ich optymalizacji.

**Bibliografia:**

1. Bieżąca literatura naukowa - z dostępem z baz Scopus, WoS
2. S. Kalinowski, Elektrochemia membran lipidowych - Od błon komórkowych do biosensorów, Wydawnictwo Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego, 2004.
3. Praca zbiorowa pod redakcją P. Bartlett, Bioelectrochemistry, Wiley, 2008.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat działania wybranych technik elektrochemicznych,
- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat działania i praktycznych zastosowań systemów analitycznych wykorzystujących enzymy, przeciwciała, aptamery, tkanki, komórki oraz DNA
- na podstawie dostępnych źródeł literaturowych i internetowych zapoznać się samodzielnie z wybranym zagadnieniem,
- przygotować i wygłosić prezentację dla uczestników kursu, której uzupełnieniem będzie krótka dyskusja z udziałem słuchaczy i prowadzącego

**Kryteria oceny:**

Ocena końcowa - średnia arytmetyczna ocen z wykładu i ćwiczeń

Wykład - zaliczenie

Ćwiczenia - punkty zdobyte za kolokwia, aktywność oraz przygotowane i wygłoszenie prezentacji

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład

Celem wykładu jest zaprezentowanie nowoczesnego spojrzenia na elektrochemiczne metody bioanalityczne. Procesy mające źródło w organizmach żywych można wykorzystać jako narzędzia do projektowania nowych metod pozwalających na oznaczanie ważnych analitów, jak również do produkcji i magazynowania energii. W ramach wykładu przedstawione są najważniejsze parametry, które wpływają na oddziaływanie pomiędzy biologicznymi partnerami i pozwalają odpowiednio projektować

powierzchnię elektrod stosowanych w analizach. Zaprezentowane są również różne metody organizowania cząsteczek na powierzchni elektrod oraz modyfikacje biocząsteczek, zapewniające ich kompatybilność ze stosowanymi elektrodami. Wykład przedstawia różne techniki eksperymentalne, które mogą posłużyć do badań i interpretacji zagadnień bioelektrochemicznych oraz pokazuje szereg podstawowych zastosowań w konstrukcji biosensorów, biotestów i bioogniw. Ponadto omówiony jest aspekt miniaturyzacji układów stosowanych w (bio)analizie z uwypukleniem korzyści ekonomicznych, ekologicznych oraz lepszego dopasowanie układu analitycznego do obiektu badań.

### Ćwiczenia

Celem przedmiotu jest opanowanie przez studentów umiejętności zastosowania nowoczesnych technik analizy instrumentalnej do oznaczania wybranych (bio)analitów. Szczególnie dużo uwagi poświęcone zostanie nowoczesnym układom analitycznym oraz sensorom wykorzystującym w swym działaniu elementy pochodzenia biologicznego. Omówiona zostanie budowa układów bioanalitycznych. Przedstawione zostaną również metody wyznaczania i obliczania kluczowych parametrów pracy takich układów oraz metody ich optymalizacji. W ramach zajęć postawione zostaną konkretne problemy bioanalityczne, których rozwiązanie, po uprzednim przeglądzie zalecanej literatury i konsultacjach z prowadzącym, przedstawione zostanie w formie prezentacji przez studentów.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Enzymologia**

|                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. Maria Bretner       |
| Język wykładowy:             | polski                            |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                           |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + laboratorium (30h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 5                                 |

**Cele przedmiotu:**

W trakcie wykładu omówione będą: Budowa, właściwości fizykochemiczne i biologiczne oraz podział enzymów. Sposoby wyodrębniania, oczyszczania enzymów, metody badania aktywności oraz określania struktury, zależność między strukturą a funkcją.

Przedstawione będą funkcje enzymów w organizmie oraz znaczenie medyczne i przy projektowaniu leków. Podane będą teoretyczne podstawy katalizy enzymatycznej, możliwości jej wykorzystania w syntezie chemicznej, oraz przykłady jej przemysłowego zastosowania do otrzymywania różnego typu związków chemicznych, w tym także półproduktów do syntezy związków biologicznie czynnych (leki, pestycydy, środki zapachowe, smakowe itp.).

**Bibliografia:**

1. R. K. Murray, D. K. Granner, P. A. Mayes, V. W. Rodwell „Biochemia Harpera”
2. P. Kafarski i B. Lejczak: „Chemia Bioorganiczna”, PWN 1994.
3. K. Faber: „Biotransformations in Organic Chemistry”, Springer - Verlag 1997.

**Efekty kształcenia:****Kompetencje**

Posiada podstawową wiedzę z zakresu enzymologii. Posiada ogólną orientację w aktualnych kierunkach rozwoju biotechnologii i przemysłu biotechnologicznego. Posługuje się poprawnie terminologią i nomenklaturą stosowaną w enzymologii, również w języku angielskim

**Umiejętności**

Potrafi pozyskiwać i rozumie informacje z literatury, baz danych i innych źródeł; potrafi interpretować uzyskane informacje, oraz oceniać ich rzetelność i wyciągać z nich wnioski, formułować i uzasadniać opinie  
 Posługuje się podstawowymi technikami laboratoryjnymi w zakresie enzymologii

**Kryteria oceny:**

wykład: 2 kolokwia pisemne zawierające pytania otwarte z treści wykładu, zalicza uzyskanie 51% punktów,

ćwiczenia - ocena ze sprawozdań, zalicza 51%

ocena zintegrowana: 67% punktów z wykładu + 33% z ćwiczeń

skala ocen

51-60% dostateczny; 61-70% dostateczny i pół

71-80% dobry; 81-90% dobry i pół

91-100% bardzo dobry

**Szczegółowe treści merytoryczne:****Wykłady**

1. Enzymy ich znaczenie medyczne i przemysłowe,



2. Budowa enzymów, właściwości, metody immobilizacji
3. Oczyszczanie, określanie struktury enzymów, biosynteza w różnych systemach ekspresyjnych
4. Oksydoreduktazy, ich substraty, znaczenie medyczne i przemysłowe
5. 6. Transferazy, ich substraty, znaczenie medyczne i przemysłowe
7. 8. Hydrolazy, ich substraty, znaczenie medyczne i przemysłowe
9. Liazy, ich substraty, znaczenie medyczne i przemysłowe
10. Izomerazy, ich substraty, znaczenie medyczne i przemysłowe
11. Ligazy, ich substraty, znaczenie medyczne i przemysłowe
12. Biokataliza jako technologia - znaczenie biotransformacji w syntezie
13. Esterazy, proteazy - zastosowanie do otrzymywania optycznie czynnych aminokwasów
14. Lipazy - zastosowanie do otrzymywania optycznie czynnych alkoholi drugorzędowych
15. Oksydoreduktazy- zastosowanie do otrzymywania optycznie czynnych alkoholi i innych pochodnych o znaczeniu syntetycznym i terapeutycznym

#### Ćwiczenia

1. Otrzymywanie preparatu esterazy z wątroby świńskiej
2. Immobilizacja preparatu w żelu alginianowym
3. Oznaczanie aktywności otrzymanych preparatów

#### Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):

**Fizyka i biofizyka 1**

|                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. Krystyna Pękała, prof. PW |
| Język wykładowy:             | polski                            |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                           |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (60h) + ćwiczenia (30h)    |
| Liczba punktów ECTS:         | 8                                 |

**Cele przedmiotu:**

Podstawy mechaniki klasycznej i relatywistycznej, fizyki statystycznej, elektromagnetyzmu w zakresie przydatnym do formułowania i rozwiązywania prostych zadań w dziedzinie biotechnologii.

**Bibliografia:**

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, „Podstawy Fizyki” t. 1-4, PWN.
2. W. Bogusz, J. Garbarczyk, F. Krok, "Podstawy Fizyki", Oficyna Wydawnicza PW.
3. J. Gomulkiewicz „Wybrane wykłady z Biofizyki” Oficyna Wyd. Politechniki Wrocławskiej
4. K. Dołowy „Biofizyka” Wyd. SGGW
5. A. Pilawski „Podstawy biofizyki” PZWL

**Efekty kształcenia:**

Potrafi rozwiązywać proste problemy z zakresu mechaniki, elektromagnetyzmu, fizyki statystycznej, posługując się poznanymi prawami fizyki, w szczególności równaniami ruchu, równaniami Maxwella w odpowiedniej formie, funkcją rozkładu Maxwella i Boltzmanna

**Kryteria oceny:**

Ćwiczenia- możliwość uzyskania 40 pkt (dwa kolokwia, punkty za aktywność i kartkówki). Zaliczenie ćwiczeń jest warunkiem koniecznym do zdawania egzaminu  
Egzamin-60 pkt.

Ocena z przedmiotu wystawiana na podstawie średniej arytmetycznej punktów uzyskanych z ćwiczeń i egzaminu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład

## 1. Wstęp.

Podstawowe oddziaływania występujące w przyrodzie. Definicje podstawowych jednostek fizycznych.

## 2. Elementy kinematyki i dynamiki.

Wektory i skalary Ruch postępowy punktu materialnego. Zasady dynamiki. Ruch obrotowy, moment bezwładności. Siła, praca, energia potencjalna. Prawa zachowania energii, pędu i momentu pędu. Elementy szczególnej teorii względności.

## 3. Drgania i ruch falowy

Ruch harmoniczny prosty, drgania. Prawo Hooke’a, Sprężystość tkanek. Drgania tłumione, zjawisko rezonansu. Rodzaje fal, interferencja i spójność, dyspersja. Klasyczne równanie falowe. Ultradźwiękowe metody badania tkanek.

## 4. Elektryczność i magnetyzm.

Pole elektryczne, natężenie i potencjał. Dipol elektryczny. Prawo Gaussa i Poissona. Pojemność elektryczna. Energia pola elektrycznego. Własności dielektryków. Pole magnetyczne. Ruch cząsteczek naładowanych w polu magnetycznym i elektrycznym. Własności elektryczne komórek i tkanek. Elektroforeza, spektrometr masowy. Prawo

Ampera. Indukcja elektromagnetyczna i prawo Faradaya. Własności magnetyczne ciał stałych i substancji biologicznych: diamagnetyzm, paramagnetyzm, ferromagnetyzm..  
Równania Maxwella. Wytwarzanie i rozchodzenie się fal elektromagnetycznych.

5. Prąd elektryczny.

Prawo Ohma i prawa Kirchhoffa. Transport ładunku, przewodnictwo elektryczne.

Transport przez błony. Obwody prądu zmiennego. Impedancja komórek i tkanek.

Przewodzenie impulsów nerwowych.

6. Elementy fizyki statystycznej.

Mikroskopowy model gazu doskonałego. Rozkład Maxwella prędkości cząsteczek. Rozkład Boltzmana, czynnik Boltzmanowski w biofizyce. Sedymentacja. Elementarna teoria kinetyczna procesów transportu (dyfuzja, lepkość, przewodnictwo cieplne).

7. Statyka i dynamika cieczy i gazów

Przepływ laminarny i turbulentny. Równanie ciągłości cieczy. Ciecz idealna i ciecz lepka.

Równanie Bernoulliego i jego zastosowania. Biofizyka układu krążenia.

Ćwiczenia

1. Działania na wektorach. Kinematyka punktu materialnego.

2. Dynamika punktu materialnego i bryły sztywnej.

3. Energia i praca, zasady zachowania energii, pędu i momentu pędu

4. Energia i pęd w mechanice relatywistycznej.

5. Drgania proste i wymuszone.

6. Pole elektryczne w próżni i dielektrykach. Prawo Gaussa.

7. Potencjał elektryczny, pojemność, energia pola

8. Pole magnetyczne. Prawo Ampera.

9. Ruch ładunków w polu elektrycznym i magnetycznym

10. Indukcja elektromagnetyczna.

11. Obwody stałego i zmiennego prądu elektrycznego

12. Rozkład Maxwella-Boltzmana, wartości średnie

13. Dynamika cieczy

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Fizyka i biofizyka 2**

|                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. Krystyna Pękała, prof. PW |
| Język wykładowy:             | polski                            |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                           |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (45h) + ćwiczenia (15h)    |
| Liczba punktów ECTS:         | 6                                 |

**Cele przedmiotu:**

- Falowe i korpuskularne własności promieniowania elektromagnetycznego,
- Elementy mechaniki kwantowej, fizyki ciała stałego, fizyki jądrowej
- Współczesne metody badawczych materiałów biologicznych, w tym: spektroskopia dyfrakcyjna, polaryzacyjna, absorpcyjna, emisyjna, a także metoda jądrowego i elektronowego rezonansu magnetycznego, tomografii komputerowej (CT) i pozytonowej (PET), mikroskopu tunelowego, mikroskopu sił atomowych

**Bibliografia:**

1. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, „Podstawy Fizyki” t. 4.5, PWN.
2. W. Bogusz, J. Garbarczyk, F. Krok, „Podstawy Fizyki”, Oficyna Wydawnicza PW.
4. A. Pilawski. Podstawy biofizyki , PZWL

**Efekty kształcenia:**

Student potrafi rozwiązywać proste problemy z zakresu optyki, mechaniki kwantowej, fizyki ciała stałego i fizyki jądrowej

Potrafi dobrać i zaproponować odpowiednią technikę badawczą do określenia konkretnych własności materiałów biologicznych

**Kryteria oceny:**

Ćwiczenia - możliwość uzyskania 30 pkt (dwa kolokwia, punkty za aktywność i kartkówki). Zaliczenie ćwiczeń jest warunkiem koniecznym do zdawania egzaminu. Egzamin - 70 pkt.

Ocena z przedmiotu wystawiana na podstawie średniej arytmetycznej punktów uzyskanych z ćwiczeń i egzaminu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:****WYKŁAD**

1. Falowe i korpuskularne własności promieniowania elektromagnetycznego. Widmo promieniowania e-m. Dyfrakcja i interferencja. Metody dyfrakcyjne badania struktur biologicznych: mikroskop optyczny, (zdolność rozdzielcza), dyfrakcja promieni X. Polaryzacja, dichroizm kołowy - zastosowanie do badania kwasów nukleinowych i białek. Efekt fotoelektryczny, rozpraszanie Comptona, kreacja i anihilacja par. Tomograf pozytonowy. Oddziaływanie promieniowania elektromagnetycznego na organizmy biologiczne. Emisja i absorpcja promieniowania przez organizmy żywe-model ciała doskonale czarnego. Regulacja temperatury.

2. Elementy mechaniki kwantowej.

Falowa natura materii - postulat de Broglie'a i jego doświadczalne potwierdzenie.

Zasada nieoznaczoności Heisenberga. Równanie Schrödingera. Cząstka w studni potencjału. Nanobiotechnologia. Kwantowy oscylator harmoniczny. Zjawiska tunelowe i ich zastosowania (mikroskop tunelowy). Modele atomu. Atom wodoru i atomy wieloelektronowe w mechanice kwantowej. Zasada Pauliego. Wiązania chemiczne. Struktury, pierwszo-drugo i trzecio rzędowe -białka, kwasy DNA i RNA .

3. Współczesne techniki badawcze materiałów biologicznych.

Mikroskop sił atomowych. Widma emisyjne i absorpcyjne atomów i cząsteczek-wzbudzenia elektronowe, wibracyjne i rotacyjne. Absorpcja światła a kolor biomolekuł. Spektroskopia UV, IR, Ramana. Procesy biologiczne w foto-wzbudzonych cząsteczkach-fluorescencja, fosforescencja, transfer energii i ładunku-fotosynteza. Techniki fluorescencyjne. Momenty magnetyczne elektronów i jąder atomowych, zjawisko Zeemana, rezonans magnetyczny. Spektrometry EPR i NMR. Promieniowanie rentgenowskie, tomografia komputerowa. Emisja wymuszona. Lasery. Technika optycznych szczypiec.

#### 4. Elementy fizyki ciała stałego

Struktura ciał krystalicznych. Ciekłe kryształy, ciała amorficzne i ich zastosowania. Model pasmowy ciał stałych Półprzewodniki samoistne i domieszkowe. Złącze p-n i jego zastosowania. Metale i przewodniki jonowe

#### 5. Elementy fizyki jądrowej

Budowa jądra atomowego. Modele struktury jądra atomowego: model powłokowy ,kropłowy i kolektywny. Reakcje rozszczepienia. Reaktor jądrowy Prawo rozpadu promieniotwórczego, szeregi promieniotwórcze, datowanie skał i materiałów pochodzenia organicznego. Rozpady alfa, beta i gamma. Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Szkodliwość biologiczna promieniowania. Radioterapia. .

#### Ćwiczenia

1. Dyfrakcja, interferencja i polaryzacja
2. Korpuskularne własności promieniowania elektromagnetycznego.
3. Postulat de Broglie'a i fale materii.
4. Cząstka w studni potencjału.
5. Efekt tunelowy.
6. Atom wodoru i jony wodoropodobne.
7. Wektorowy model atomu, stany atomów wieloelektronowych.
8. Rozszczepienie linii widmowych atomów w polu magnetycznym.
9. Widma pasmowe cząsteczek, poziomy oscylacyjne i rotacyjne.
10. Promieniowanie rentgenowskie, widmo ciągłe i charakterystyczne.
11. Prawo rozpadu promieniotwórczego. Energia wiązania jądra atomowego

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Fizykochemiczne podstawy procesów biotechnologicznych - Laboratorium

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Aneta Pobudkowska-Mirecka |
| Język wykładowy:             | polski                                 |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                           |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (30 h)                    |
| Liczba punktów ECTS:         | 5                                      |

### Cele przedmiotu:

Celem laboratorium jest:

- egzemplifikacja zjawisk istotnych z punktu widzenia technologii chemicznej i biotechnologii, będących przedmiotem zainteresowania chemii fizycznej,
- zapoznanie z metodami i metodyką pomiarów stosowanych w badaniach fizykochemicznych,
- stworzenie fizykochemicznych podstaw instrumentalnych metod analizy.

### Bibliografia:

1. R. Bareta, A. Sporzyński, W. Ufnalski, Chemia fizyczna. Ćwiczenia laboratoryjne, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2000.
2. Z. Józwiak, G. Bartosz (red.), Biofizyka. Wybrane zagadnienia wraz z ćwiczeniami, Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa 2005.
3. L. Sobczyk, A. Kiszka, K. Gartner, A. Kroll, Eksperymentalna chemia fizyczna, PWN, Warszawa, 1982.
4. Materiały pomocnicze (instrukcje do poszczególnych ćwiczeń).

### Efekty kształcenia:

#### Kryteria oceny:

1. Warunkiem przystąpienia do zajęć jest wcześniejsze zaliczenie ćwiczeń rachunkowych z chemii fizycznej. Jeżeli w laboratorium pozostaną wolne miejsca, zgoda na odrabianie laboratorium może być wyrażona mimo niespełnienia tego warunku w kolejności uzyskanych ocen
2. Laboratorium składa się z dwóch modułów czterogodzinnych obejmujących po trzy ćwiczenia (łącznie  $2 \times 3 \times 4 = 24$  godziny), dwóch kolokwiów ( $2 \times 2 = 4$  godziny) oraz zajęć wstępnych (2 godziny).
3. Zaliczenia i punktacja.
  - 3.1. Warunkiem koniecznym uzyskania zaliczenia jest:
    - 3.1.1. wykonanie przewidzianych planem sześciu czterogodzinnych ćwiczeń (w zasadzie w zespołach trzyosobowych) oraz zaliczenie sprawozdań,
    - 3.1.2. zaliczenie przewidzianych planem dwóch kolokwiów. Podane w rozkładach zajęć terminy są wiążące i nieobecność (nieusprawiedliwiona zwolnieniem lekarskim) równoznaczna jest niezaliczeniu.
  - 3.2. Punktacja za przygotowanie i kolokwia jest zindywidualizowana, ocena za sprawozdanie jest wspólna dla całego zespołu.
  - 3.3. Na ocenę za jedno ćwiczenie składa się 0-0,5 pkt. za przygotowanie do zajęć i 0-0,5 pkt. za sprawozdanie, punktacja za kolokwium to 1-3 pkt. W ten sposób każda z grup złożona z trzech ćwiczeń wraz z zamykającym je kolokwium oceniana jest w granicach: 1-6 pkt.

3.4. Ocena zaliczająca pracownię wynika z sumy punktów uzyskanych w trakcie zajęć:

> 6 dostateczny  $\geq 7,5$  dostateczny  $\frac{1}{2}$

> 8,5 dobry  $\geq 10$  dobry  $\frac{1}{2}$

> 11 bardzo dobry

Pełny regulamin znajduje się na stronie internetowej Zakładu Chemii Fizycznej

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykonywane sześć ćwiczeń obejmuje następujące działy:

- pomiar podstawowych wielkości fizykochemicznych charakteryzujących fazę,
- równowagi fazowe w układach jedno- i wieloskładnikowych,
- właściwości warstwy międzyfazowej i układów koloidalnych,
- statyka chemiczna,
- kinetyka chemiczna,
- elektrochemia,
- spektroskopia.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Genetyka ogólna**

|                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr Jerzy Brzywczy |
| Język wykładowy:             | polSKI            |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu      |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)      |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                 |

**Cele przedmiotu:**

Historia genetyki. Budowa DNA i RNA. Replikacja DNA. Mutageneza. Zmienność genetyczna i dziedziczenie cech. Transkrypcja. Translacja. Regulacja ekspresji genów. Techniki genetyczne. Sekwencjonowanie genomów. Biotechnologia. Zastosowania genetyki w medycynie i sądownictwie. Ewolucja.

**Bibliografia:****Podręcznik podstawowy:**

H. Fletcher, I. Hickey, P. Winter - Genetyka. Krótkie wykłady., PWN, 2011

**Literatura uzupełniająca:**

P. Węgleński, (red.) Genetyka Molekularna, Wydawnictwo Naukowe PWN, 2012 (copyright 2006)

T. A. Brown - Genomy, PWN, 2012

B. Alberts i inni - Podstawy Biologii komórki, PWN, 2005

**Efekty kształcenia:**

Posiada podstawową wiedzę z zakresu genetyki i inżynierii genetycznej. Zapoznał się ze stanem wiedzy dotyczącej genomów organizmów. Posiada podstawową znajomość baz danych genetycznych, proteomicznych literaturowych i umiejętność pozyskiwania informacji na ich podstawie. Potrafi w sposób popularny przedstawić najnowsze wyniki odkryć dokonanych w zakresie biotechnologii i pokrewnych dyscyplin przyrodniczych.

**Kryteria oceny:**

Dwa testy zaliczeniowe - półroczny i końcowy albo egzamin ustny

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Podstawowe pojęcia genetyczne w ujęciu historycznym, najważniejsze odkrycia genetyki.
2. Struktura cząsteczek DNA i RNA, budowa genów prokariotycznych i eukariotycznych, upakowanie materiału genetycznego w komórce.
3. Przekazywanie informacji genetycznej, replikacja DNA, rekombinacja DNA.
4. Powstawanie mutacji, czynniki mutagenne, rodzaje mutacji, rearanżacje genów i chromosomów, aberracje chromosomowe, duplikacje, transpozycje, rewersja, supresja, choroby genetyczne, nowotwory.
5. Zmienność genetyczna i dziedziczenie cech, genotyp i fenotyp, allele, prawa Mendla, sprzężenie genów, mapy genetyczne.
6. Ekspresja genów, transkrypcja, modyfikacje posttranskrypcyjne.
7. Translacja, modyfikacje posttranslacyjne, stabilność białek.
8. Regulacja ekspresji genów, indukcja, represja, atenuacja, operony, regulony
9. Techniki genetyczne, PCR, sekwencjonowanie DNA, klonowanie genów.
10. Rozwój technik sekwencjonowania i analiza genomów, genom człowieka, genomika, i postgenomika, komputerowe bazy danych.
11. Rozwój biotechnologii, rekombinacja in vitro i klonowanie DNA, modyfikowanie ekspresji i funkcji genów, organizmy modyfikowane genetycznie, klonowanie organizmów.



12. Zastosowania genetyki w medycynie i sądownictwie, polimorfizmy SNP.
13. Ewolucja, porównywanie sekwencji, konstrukcja drzew filogenetycznych, podział świata żywego na Eubacteria, Eukaryota i Archea, pochodzenie człowieka.

Treść wykładów będzie wzbogacana i uaktualniana na podstawie najnowszych odkryć naukowych. Celem wykładu jest przedstawienie istoty informacji genetycznej oraz wyjaśnienie sposobu jej przekazywania. Intencją wykładowcy przybliżenie pojęć oraz metod badawczych, którymi operuje współczesna genetyka w celu zrozumienia ostatnich odkryć i osiągnięć. Wykład z genetyki umożliwi wyrobienie własnego poglądu na możliwości wykorzystania wiedzy o genomach.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Grafika inżynierska - Projekt**

|                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Antoni Rozeń |
| Język wykładowy:             | polski                    |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu              |
| Rodzaj zajęć:                | projekt (30 h)            |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                         |

**Cele przedmiotu:**

Treść merytoryczna przedmiotu.

Zasady rzutowania prostokątnego, rysowanie widoków, przekrojów, półprzekrojów, przekrojów cząstkowych i kładów. Podstawowe zasady wymiarowania. Tworzenie rysunków złożeniowych. Rysowanie połączeń części maszynowych.

Interfejs graficzny, przestrzeń robocza i profil użytkownika w programie AutoCAD.

Narzędzia do tworzenia i edycji obiektów rysunkowych. Tryby lokalizacji i funkcje śledzenia. Kreskowanie przekrojów, fazowanie, skalowanie i wymiarowanie obiektów rysunkowych. Wykorzystanie warstw rysunkowych. Rozmieszczenia i style wydruku.

Konwersja grafiki wektorowej na mapy bitowe

**Bibliografia:**

1. Dobrzański T.: „Rysunek techniczny maszynowy”, Prestel 2006.
2. Jaskulski A.: „AutoCAD 2007/Lt2007 + wersja polska i angielska. Kurs projektowania”, Wydawnictwo Naukowe PWN 2007.
3. Pikoń A.: „AutoCAD 2007 PL”, Helion 2007

**Efekty kształcenia:**

Celem przedmiotu jest opanowanie najważniejszych zasad kreślenia rysunku technicznego oraz nabycie umiejętności korzystania z oprogramowania typu CAD do tworzenia rysunków

**Kryteria oceny:**

Ocena końcowa z przedmiotu zależy od sumy punktów uzyskanych w trakcie całego semestru

**Szczegółowe treści merytoryczne:****TEMATY ĆWICZEŃ**

Rysunek modelu w sześciu rzutach - wykład wprowadzający (omówienie sposobu prowadzenia zajęć i ich zaliczeń, rysunek techniczny jako język międzynarodowy inżynierów i techników, podział rysunków ze względu na sposób rzutowania, różnice w rzutowaniu prostokątnym na 6 rzutni w systemie europejskim i anglosaskim).

Rysunek modelu prostego - wykonanie rysunku modelu prostego jako rysunku wykonawczego z zastosowaniem, o ile to będzie wymagane, widoków i przekrojów różnego rodzaju tj.: pół widok-pół przekrój, przekrój prosty, przekrój łamany, przekrój łamany obrócony, przekrój łamany rozwinięty, widoki i przekroje cząstkowe, kłady przekrojów.

Rysunek modelu średnio trudnego - wymagania jak w ćwiczeniu nr 2, dodatkowo wprowadzenie urwań i przerwań długich przedmiotów, powiększeń małych elementów przedmiotów.

Rysunek z formatki - wykonanie rysunku w rzutach prostokątnych modelu przedstawionego na rysunku w rzucie aksonometrycznym. Zapoznanie studentów z elementarnym wymiarowaniem przedmiotów.

Połączenia gwintowe - zapoznanie się z zasadami stosowanymi w rysunkach złożeniowych

(numeracja rysunków, numeracja poszczególnych części, oznaczenia części znormalizowanych).

Połączenia rozłączne pasowane - zapoznanie się z połączeniami wpustowymi i klinowymi, tolerancjami i prasowaniami.

Detalowanie z formatki - nauka odczytywania prostych rysunków złożeniowych.

Detalowanie z formatki - odczytywanie rysunków złożeniowych średnio trudnych.

Wprowadzenie do programu AutoCAD

Krótką charakterystyką oprogramowania typu CAD do wykonywania rysunków. Interfejs graficzny programu AutoCAD. Przestrzeń robocza. Tworzenie i edycja prostych obiektów rysunkowych i tekstowych. Współrzędne rysunkowe. Pomoce i narzędzia rysunkowe.

Rysowanie precyzyjne i zaawansowane metody edycji.

Globalne i lokalne układy współrzędnych. Tryby lokalizacji. Filtry współrzędnych.

Funkcja śledzenia. Zapytania. Przenoszenie, kopiowanie obracanie i dopasowywanie obiektów. Kreskowanie, fazowanie i zaokrąglanie obiektów.

Warstwy rysunkowe i wymiarowanie. Rysunek modelu prostego.

Wymiarowanie obiektów. Tworzenie i zastosowanie warstw rysunkowych. Wstawianie i edycja tabelki rysunkowej. Wykonanie rysunku modelu prostego z formatki w rzutowaniu prostokątnym. Wydruk rysunku.

Formaty plików graficznych. Rysunek modelu średnio trudnego.

Tworzenie plików graficznych w różnych formatach. Wykonanie rysunku modelu średnio trudnego z formatki w rzutowaniu prostokątnym. Wydruk rysunku.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**HES**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | Wydział Administracji i Nauk Społecznych PW |
| Język wykładowy:             | polski                                      |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                                |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)                                |
| Liczba punktów ECTS:         | 2   |

Wykład wybrany większością głosów studentów z oferty Wydziału Administracji i Nauk Społecznych PW.

**Informatyka 1 - Laboratorium**

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Artur Dybko |
| Język wykładowy:             | polski                         |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                   |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (30h)             |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                              |

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z obsługą podstawowych programów służących do edycji tekstów, obróbki danych pomiarowych i prezentacji danych w postaci graficznej. Tematyka zajęć obejmuje: obsługę edytora tekstu, arkusza kalkulacyjnego, programów do numerycznej obróbki danych pomiarowych, wyszukiwanie informacji w sieci www korzystając z baz literaturowych czasopism i książek w wersji elektronicznej

**Bibliografia:**

1. A.Jaronicki „ABC MS Office 2013PL” Wyd. Helion 2013
2. P.Wróblewski „MS Office 2013/365 PL w biurze i nie tylko” Wyd. Helion 2013
3. Origin - podręcznik użytkownika, Gambit, Kraków, 2004
4. Origin User`s Manual, Microcal Software. Inc., Northampton MA, USA

**Efekty kształcenia:**

Student będzie potrafił przygotować i sformatować tekst w edytorze tekstu. Student będzie posiadał umiejętność graficznego przedstawienia danych eksperymentalnych. W zakresie numerycznej obróbki danych, student będzie potrafił przedstawić dane pomiarowe w postaci graficznej, dokonać ich analizy i interpretacji.

**Kryteria oceny:**

Dwa kolokwia pisemne. Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych wystawiana jest na podstawie sumy uzyskanych punktów.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Edytor tekstu: formatowanie tekstu obejmujące ustawienia akapitów, marginesów, czcionki, znaków specjalnych, umieszczanie elementów graficznych w tekście, formatowanie tabeli.
2. Arkusz kalkulacyjny: wprowadzanie danych, wprowadzanie formuł (funkcji), automatyczne wypełnianie bloków danymi, tworzenie wykresów i ich formatowanie, edycja wykresów dla kilku serii danych, obliczenia szukaj wyniku.
3. Wprowadzenie do programu Origin: podobieństwa i różnice z Excelem, formatowanie wykresu, obróbka danych pomiarowych - pochodna, całkowanie, znajdowanie pików, wygładzanie, analiza FFT, dopasowywanie krzywych do danych pomiarowych

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Brak

**Informatyka 2 - Laboratorium**

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Artur Dybko |
| Język wykładowy:             | polski                         |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                   |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (45h)             |
| Liczba punktów ECTS:         | 3                              |

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z obsługą programów służących do: tworzenia grafiki cyfrowej, rysowania wzorów chemicznych oraz edycji i prezentacji wyników pomiarowych. Tematyka zajęć obejmuje: obsługę edytora graficznego, tworzenie prostych i zaawansowanych elementów graficznych, projekt posteru, wizytówek. Program zajęć obejmuje również rysowanie wzorów chemicznych. Zaprezentowane będą: typy wiązań chemicznych, wzory przestrzenne, izomeria optyczna, tworzenie nazw systematycznych związków na podstawie ich struktur, tworzenie struktur na podstawie nazwy. Studenci będą również zaznajomieni z programem do graficznej prezentacji danych pomiarowych. Przedstawione będą podstawy numerycznej obróbki danych, omówiona będzie regresja liniowa i nieliniowa

**Bibliografia:**

- 1) W. Wrotek „CorelDRAW. Graphics Suite X6” Wyd. Helion 2014
2. R. Zimek „ABC CorelDRAW X6 PL” Wyd. Helion 2012
3. Origin - podręcznik użytkownika, Gambit, Kraków, 2004
4. Origin User`s Manual, Microcal Software. Inc., Northampton MA, USA

**Efekty kształcenia:**

Student będzie potrafił przygotować grafikę korzystając z pakietu Corel. Student będzie posiadał umiejętność narysowania wzoru chemicznego. W zakresie numerycznej obróbki danych, student będzie potrafił przedstawić dane pomiarowe w postaci graficznej, dokonać ich analizy i interpretacji

**Kryteria oceny:**

Dwa kolokwia pisemne. Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych wystawiana jest na podstawie sumy uzyskanych punktów.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. 1) Wprowadzenie do programu Corel: grafika rastrowa a wektorowa - podobieństwa i różnice, otwieranie, zapisywanie dokumentu CDR. Omówienie podstawowych formatów: PDF, JPG i TIFF. Arkusz roboczy Corela; omówienie interfejsu oraz jego modyfikacje;
2. Omówienie narzędzi edycyjnych: rysowanie, przenoszenie, usuwanie obiektów, duplikowanie obiektów, tworzenie własnych wypełnień, transformacje obiektów - obrót, skala, odbicie lustrzane
3. Praca na obiektach: wyrównywanie, rozkład, modyfikacja kształtu, grupowanie i łączenie, obróbka obiektów: część wspólna, przycinanie, krzywa Bezier'a: tworzenie złożonych kształtów,
4. Tekst i obróbka tekstu: wprowadzenie, formatowanie i edycja tekstu, rodzaje i atrybuty tekstu, dopasowywanie tekstu do ścieżki
5. Przygotowanie studentów przykładowych rysunków, poster, wizytówka
6. Wprowadzenie do ACDLabs (elementy składowe, moduły, zawartość i możliwości wersji freeware oraz komercyjnej)

7. Wykorzystanie modułu Structure programu ChemSketch (rysowanie wzorów chemicznych: podstawy, typy wiązań chemicznych, wzory przestrzenne, izomeria optyczna)
8. Tworzenie nazw systematycznych związków na podstawie ich struktur, tworzenie struktur na podstawie nazwy
9. Rysowanie wzorów biomolekuł - białka, kwasy nukleinowe, cukry, wykorzystanie wbudowanych szablonów struktur)
10. Rysowanie schematów i mechanizmów reakcji (opisywanie warunków prowadzenia reakcji, projektowanie schematów - opcje wyrównywania, grupowania)
11. Wykorzystanie modułu Draw programu ChemSketch (rysowanie schematów procesów technologicznych i biotechnologicznych)
12. Program Origin: praca z wieloma warstwami rysunku, tworzenie wykresów zawierających 2 warstwy przygotowywanie wykresów wielopanelowych, łączenie wykresów
13. Tworzenie wykresów trójwymiarowych (3D), przekształcanie arkusza do macierzy, tworzenie i formatowanie wykresu konturowego
14. Analiza regresji zarówno do danych arkuszowych, jak i wykresów
15. Tworzenie raportu analizy regresji, pokazującego wyniki analizy oraz wykres regresji: regresja liniowa, wielomianowa, regresja nieliniowa, regresja nieliniowa kilku serii danych
16. Analiza statystyczna danych, maskowanie danych, elementy graficzne na wykresie, obliczenia w kolumnach, tworzenie notatek, tworzenie własnych szablonów wykresów

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Warunkiem uczestnictwa w zajęciach jest zaliczenie przedmiotu Informatyka 1

**Informatyka 3 - Laboratorium**

|                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Mariusz Zalewski |
| Język wykładowy:             | polski                   |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu             |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (45h)       |
| Liczba punktów ECTS:         | 3                        |

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z podstawowymi metodami numerycznymi stosowanymi w obliczeniach inżynierskich oraz nabycie przez studentów umiejętności użytkowania pakietu Scilab.

**Bibliografia:**

- 1) M. Huettner, M. Szembek, R. Krzywda, Metody numeryczne w typowych problemach inżynierii procesowej, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa, 1999
- 2) A. Brozi, Scilab w przykładach, Wydawnictwo Nakom, Poznań, 2007
- 3) S. Compbell, J.-P. Chancelier, R. Nikoukhah, Modeling and Simulation in Scilab/Scicos, Springer, New York, 2006.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć podstawową wiedzę o metodach numerycznych,
- posługiwać się programem Scilab na poziomie pozwalającym na rozwiązywanie zarówno prostych jak i skomplikowanych zagadnień matematycznych.

**Kryteria oceny:**

Weryfikacja opanowania materiału teoretycznego oraz sprawdzenie umiejętności wykonywania obliczeń inżynierskich odbywa się w formie dwóch pisemnych kolokwium. Ocena z ćwiczeń laboratoryjnych wystawiana jest na podstawie sumy uzyskanych punktów z dwóch kolokwium.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

- 1) Wprowadzenie do programowania w pakiecie Scilab. Podstawowe komendy i instrukcje, praca z konsolą, proste obliczenia.
- 2) Numeryczne metody rozwiązywania nieliniowych równań oraz nieliniowych układów równań algebraicznych.
- 3) Numeryczne metody obliczania całek oznaczonych.
- 4) Numeryczne metody rozwiązywania równań oraz układów równań różniczkowych.
- 5) Numeryczne metody interpolacji danych.
- 6) Numeryczne metody aproksymacji danych doświadczalnych.
- 7) Przedstawienie danych na wykresach w pakiecie Scilab.
- 8) Symulacje numeryczne pracy bioreaktorów.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Inżynieria bioprosowa**

|                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Mariusz Zalewski |
| Język wykładowy:             | polski                   |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                  |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (45h)             |
| Liczba punktów ECTS:         | 4                        |

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przedstawienie podstawowych zagadnień związanych z realizacją procesów z udziałem drobnoustrojów oraz omówienie podstawowych metod rozdzielania produktów przemian biotechnologicznych.

**Bibliografia:**

- 1) J. Ciborowski, Inżynieria procesowa, WNT, Warszawa 1973.
- 2) R. Pohorecki, S. Wroński, Kinetyka i termodynamika procesów inżynierii chemicznej, WNT, Warszawa 1977.
- 3) K. W. Szewczyk, Bilansowanie i kinetyka procesów biochemicznych, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2005.
- 4) Praca zbiorowa pod redakcją W. Bednarskiego i J. Fiedurka, Podstawy biotechnologii przemysłowej, WNT, Warszawa 2007

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat podstawowych zagadnień związanych z realizacją procesów z udziałem drobnoustrojów,
- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat podstawowych metod rozdzielania produktów przemian biotechnologicznych.

**Kryteria oceny:**

Weryfikacja opanowania materiału teoretycznego odbywa się w formie egzaminu pisemnego.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

- 1) Kinetyka wzrostu biomasy. Wzrost biomasy w hodowli okresowej. Fazy wzrostu. Definicja szybkości wzrostu biomasy. Modele wzrostu biomasy. Szybkość zużycia substratu. Kinetyka tworzenia produktu.
- 2) Podstawy inżynierii bioreaktorów. Bioreaktory o działaniu okresowym i okresowym z ciągłym dozowaniem pożywki. Bioreaktory o działaniu ciągłym. Sterylne i niesterylne zasilanie bioreaktorów przepływowych. Stacjonarny i niestacjonarny przebieg procesu. Bioreaktory ciągłe z zawracaniem biomasy.
- 3) Absorpcja. Równowaga absorpcyjna. Bilans absorpcji.
- 4) Napowietrzanie hodowli. Barbotaż. Moc mieszania przy barbotażu, zatrzymanie gazu w cieczy, powierzchnia międzyfazowa. Szybkość absorpcji tlenu podczas napowietrzania hodowli węglnych.
- 5) Destylacja różniczkowa i równowagowa.
- 6) Rektyfikacja. Kolumna rektyfikacyjna: bilans, wykres entalpowy, wykres x-y, linie operacyjne, minimalny powrót, minimalna liczba póltek, sprawność półki, sprawność kolumny, optymalny powrót, zmienna molowość, kolumny uproszczone, ogrzewanie bezprzeponowe, rektyfikacja okresowa.

- 7) Ekstrakcja. Równowaga ekstrakcyjna, pojedynczy stopień ekstrakcyjny, ekstrakcja wielostopniowa w prądzie skrzyżowanym, ekstrakcja wielostopniowa przeciwprądowa.
- 8) Filtracja. Filtracja pod stałym ciśnieniem, ze stałą szybkością, filtracja dwustopniowa, wydajność cyklu filtracyjnego.
- 9) Krystalizacja. Wykres entalpowy dla krystalizacji. Kinetyka krystalizacji.
- 10) Procesy membranowe. Mikrofiltracja. Ultrafiltracja. Nanofiltracja. Odwrócona osmoza. Dializa. Elektrodializa. Perwaporacja.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Inżynieria bioprocusowa - Projekt**

|                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Mariusz Zalewski |
| Język wykładowy:             | polski                   |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu             |
| Rodzaj zajęć:                | projekt (30h)            |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                        |

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest praktyczne wykorzystanie wiedzy na temat podstawowych zagadnień związanych z realizacją procesów z udziałem drobnoustrojów oraz metod rozdzielania produktów przemian biotechnologicznych. Wykonywane są trzy projekty obejmujące powyższą tematykę.

**Bibliografia:**

- 1) J. Ciborowski, Inżynieria procesowa, WNT, Warszawa 1973.
- 2) K.W. Szewczyk, Bilansowanie i kinetyka procesów biochemicznych, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2005.
- 3) J. Bałdyga, M. Henczka, W. Podgórska, Obliczenia w inżynierii bioreaktorów, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2012.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć wiedzę praktyczną na temat podstawowych zagadnień związanych z realizacją procesów z udziałem drobnoustrojów,
- mieć wiedzę praktyczną na temat podstawowych metod rozdzielania produktów przemian biotechnologicznych.

**Kryteria oceny:**

Sprawdzenie umiejętności obliczeń i weryfikacja opanowania materiału teoretycznego odbywa się w formie wykonania trzech projektów i ich obron w formie ustnej. Ocena z ćwiczeń projektowych wystawiana jest na podstawie sumy uzyskanych punktów z trzech projektów.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

## 1) Projekt 1.

Modelowanie przebiegu procesu hodowli w bioreaktorze okresowym i w bioreaktorze o działaniu ciągłym z idealnym mieszaniem. Analiza stacjonarnego i niestacjonarnego przebiegu procesu w bioreaktorze przepływowym przy uwzględnieniu sterylnego i niesterylnego zasilania bioreaktora.

## 2) Projekt 2.

Napowietrzanie hodowli wglębnych. Obliczanie mocy mieszania, zatrzymania gazu, powierzchni międzyfazowej i szybkości absorpcji tlenu.

## 3) Projekt 3.

Destylacja prosta różniczkowa. Analiza pracy kolumny rektyfikacyjnej. Wyznaczanie liczby pól w kolumnie rektyfikacyjnej. Ekstrakcja przeciwprądowa.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Inżynieria sztucznych narządów wewnętrznych**

|                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Maciej Szwałt |
| Język wykładowy:             | polski                |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu          |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)          |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                     |

**Cele przedmiotu:**

Zapoznanie studentów z historią, wskazaniem oraz metodami inżynierskiego wspomagania pracy narządów wewnętrznych.

**Bibliografia:**

1. Biomedical engineering principles, David O. Cooney, Marcel Dekker, New York, 1976
2. The Biomedical Engineering Handbook, Fourth Edition: Four Volume Set, Joseph D. Bronzino, Donald R. Peterson

**Efekty kształcenia:**

Student poznaje opis fizyczny i zależności matematyczne procesów metabolicznych zachodzących w organizmie człowieka

Rozumie procesy fizyczne i przemiany chemiczne zachodzące w organizmie człowieka oraz rozumie procesy fizyczne przy wewnętrznym wspomaganiu organizmu

Zna nowoczesne metody wspomagania pracy narządów sztucznych, zna metody pomiarów wielkości fizycznych niezbędnych do wspomagania zewnętrznego organizmu  
Zdobywa wiedzę z zakresu sztucznych narządów wewnętrznych, poznaje nowe źródła literaturowe i nowe kierunki rozwoju tej dziedziny wiedzy

Zdobywa umiejętności pracy w zespole oraz dyskusji naukowej

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie pisemne lub przygotowanie krótkiej prezentacji dotyczącej treści wykładu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Treść wykładu zawiera krótką historię medycyny i przegląd wydarzeń historycznych związanych z inżynierią sztucznych narządów. Szczegółowo omówione są rola i funkcje krwi oraz poszczególnych narządów wewnętrznych człowieka. Wskazano możliwości inżynierskiego sposobu wspomagania pracy niewydolnych narządów. W treści wykładu znajduje się również opis matematyczny procesów metabolicznych oraz opis konstrukcji sztucznych narządów wewnętrznych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

-

## Komputerowy rysunek techniczny

|                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Antoni Rozeń |
| Język wykładowy:             | polski                    |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu              |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)              |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                         |

### Cele przedmiotu:

Zajęcia dotyczą wykorzystania programu AutoCAD do tworzenia i kreślenia złożonych rysunków technicznych części maszyn. Rysunki będą wykonywane metodami klasycznego rzutowania prostokątnego jak i w formie trójwymiarowej. Do tworzenia rysunków przestrzennych zastosowane zostaną techniki modelowania: krawędziowego, ścianowego i bryłowego. Omówione zostaną metody wykonywania przekrojów brył, metody rzutowania aksonometrycznego i perspektywicznego, rendering modeli przestrzennych oraz tworzenia prostych animacji.

### Bibliografia:

1. Rogulski M.: „AutoCAD dla studentów”, Witkom 2011.
2. Jaskulski A.: „AutoCAD 2014/Lt2014/360(WS+) Kurs projektowania parametrycznego i nieparametrycznego 2D i 3D”, Wydawnictwo Naukowe PWN 2013.
3. Pikoń A.: „AutoCAD 2013 PL. Pierwsze kroki”, Helion, 2013.
4. Oleniak J., „Rysunek techniczny dla chemików”, Oficyna Politechniki Warszawskiej, 2013.

### Efekty kształcenia:

Praktyczna umiejętność wykonywania złożonych rysunków technicznych z pełnym opisem oraz umiejętność tworzenia złożonych kompozycji wydruków, przygotowania trójwymiarowych projektów graficznych i animacji komputerowych.

Umiejętność tworzenia, modyfikacji oraz korzystania z bibliotek numerycznych części maszyn i materiałów.

Świadomość poziomu swojej wiedzy i umiejętności, zdolność do poszerzania wiedzy i rozwijania umiejętności w stosowaniu programu AutoCAD do wykonywania rysunków technicznych urządzeń stosowanych w przemyśle chemicznym.

### Kryteria oceny:

Ocena końcowa z ćwiczeń projektowych zależy od sumy punktów uzyskanych w trakcie całego semestru z dwóch kolokwium (maksimum 30 pkt) i pięciu projektów rysunkowych (maksimum 50 pkt):

40 punktów i mniej - niedostateczna,

40,5÷48 punktów - dostateczna,

48,5÷56 punktów - dostateczna+,

56,5÷64 punktów - dobra,

64,5÷72 punktów - dobra+,

72,5 punktu i więcej - bardzo dobra.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Szczegółowy wykaz tematów zajęć.

1) Menu aplikacji, wstążki, okno graficzne i menu kursora, okno tekstowe i pasek stanu, palety programu AutoCAD. Przestrzeń robocza. Zmienne środowiskowe. Profil użytkownika. Szablony rysunkowe. Narzędzia nawigacji (zoom, panoramowanie, orbita,

koło i sześćian nawigacji). Płaszczyzna konstrukcyjna. Poziom i grubość obiektu graficznego. Style wizualne (m.in. szkieletowy i realistyczny).

2) Współrzędne rysunkowe bezwzględne i względne. Układy współrzędnych (prostokątny, biegunowy, sferyczny). Pomoce rysunkowe (skok kursora, siatka adaptacyjna, tryby orto i śledzenia biegunowego). Lokalizacja i śledzenie obiektów w przestrzeni 2D i 3D. Filtry współrzędnych. Wprowadzanie dynamiczne.

3) Narzędzia rysunkowe (wprowadzanie obiektów graficznych 2D).

Narzędzia opisowe (wprowadzanie tekstu, wymiarowania i odnośników, style obiektów opisowych, znaki specjalne, modyfikacja i skalowanie opisu).

4) Kreskowanie (rodzaje i typy, obwiednie, edycja). Tworzenie regionów i operacje logiczne na tych obiektach.

Wprowadzanie i zastosowanie węzłów geometrycznych i wymiarowych w obiektach rysunkowych.

5) Narzędzia edycyjne (kopiowanie, przesuwanie, skalowanie, obrót, rozciąganie, skracanie, fazowanie, zaokrąglanie, dopasowywanie, szyk prostokątny i kołowy). Edycja obiektów uchwytami. Cechy obiektów (ogólne, szczególne, logiczne). Tworzenie i modyfikacja zbiorów wskazań. Szybki wybór obiektów. Warstwy rysunkowe (tworzenie, przypisywanie, zarządzanie obiektami).

6) Statyczne i dynamiczne bloki rysunkowe (wprowadzanie i edycja). Atrybuty bloków rysunkowych (wprowadzanie i edycja). Odnośniki rysunkowe (dowiązanie, osadzanie i usuwanie). Praca z bibliotekami obiektów rysunkowych (Design Center).

7) Wydruk rysunku (style wydruku, urządzenia drukujące, pliki graficzne). Obszar modelu (tworzenie projektu) i obszary papieru (tworzenie wydruku). Rzutnie rysunkowe (własności, rozmieszczanie, edycja). Skalowanie i dopasowanie obiektów wewnątrz rzutni rysunkowych. Zarządzanie widocznością i wydrukiem obiektów w rzutniach.

8) Techniki tworzenia modeli 3D (krawędziowa i ścianowa). Typy obiektów powierzchniowych (ścianki płaskie, ścianki o jednowymiarowej krzywiznie, siatki powierzchniowe, powierzchnie gładkie rozpięte na izoliniach). Modyfikacja obiektów powierzchniowych (wygładzanie, fałdowanie). Konwersja pomiędzy różnymi typami obiektów powierzchniowych.

9) Modelowanie bryłowe (wprowadzanie i edycja modeli bryłowych). Zastosowanie obwiedni i regionów do tworzenia modeli 3D. Metauchwyty i operacje logiczne na modelach 3D. Tworzenie przekrojów 2D i 3D modeli bryłowych. Ekstrakcja ścianek i krawędzi modeli 3D.

10) Lokalne układy współrzędnych statyczne i dynamiczne. Widoki użytkownika (wprowadzanie, przywoływanie, edycja). Narzędzie kamera (wprowadzanie i edycja).

11) Wprowadzanie i modyfikacja różnych typów źródeł światła do projektu. Generowanie cieni obiektów rysunkowych. Wprowadzenie do renderingu Praca z bibliotekami materiałów..

12) Tworzenie animacji komputerowych na podstawie istniejących projektów rysunkowych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Kultury tkankowe i komórkowe roślin i zwierząt**

|                              |                                   |
|------------------------------|-----------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Maciej Pilarek       |
| Język wykładowy:             | polski                            |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                      |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + laboratorium (30h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 5                                 |

**Cele przedmiotu:**

Celem zajęć dydaktycznych jest zapoznanie studentów z metodyką i technikami hodowli izolowanych komórek i tkanek roślinnych oraz zwierzęcych prowadzonych w warunkach *in vitro* oraz z praktycznymi aplikacjami tego typu hodowli wykorzystywanymi w różnych dziedzinach współczesnej biotechnologii.

Poza częścią wykładową przedmiotu, jego integralną część stanowią zajęcia laboratoryjne, których zakres tematyczny umożliwi praktyczne zapoznanie się ze specyfiką pracy laboratoryjnej z komórkami zwierzęcymi prowadzonej w warunkach jałowych.

**Bibliografia:**

Malepszy S. (red.) "Biotechnologia roślin", Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2009.  
Stokłosowa S. (red.) "Hodowla komórek i tkanek", Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2006.

**Efekty kształcenia:**

Student, po zaliczeniu przedmiotu, powinien mieć ogólną wiedzę dotyczącą:

- charakterystyki środowiska *in vitro* hodowli izolowanego materiału biologicznego pochodzenia roślinnego i zwierzęcego;
- warunków i technik realizacji hodowli *in vitro* komórek zwierzęcych wykazujących się różnym zakresem specyficzności, np. adherentność lub jej brak, komórki normalne, linie komórkowe, komórki macierzyste;
- otrzymywania bioproduktów biosyntetyzowanych przez komórki zwierzęce;
- charakterystyki biomasy roślinnej możliwej do hodowli w warunkach *in vitro* (tkanka kalusowa, zawiesiny komórkowe, korzenie transformowane);
- otrzymywania bioproduktów wydzielanych przez komórki roślinne;
- bioreaktorów wykorzystywanych do przemysłowej realizacji bioprocessów opartych na hodowlach *in vitro* komórek i tkanek zwierzęcych oraz komórek, tkanek i organów roślin.

Dzięki realizacji zajęć laboratoryjnych, student zdobywa wiedzę dotyczącą praktycznej umiejętności przygotowania, organizacji i realizacji hodowli *in vitro* adherentnych komórek zwierzęcych prowadzonych w małej skali.

**Kryteria oceny:**

Ocena z części wykładowej (W) przedmiotu zostanie wystawiona na podstawie sumy punktów uzyskanych przez studenta ze sprawdzianów testowych dotyczących (i) hodowli komórek i tkanek roślinnych oraz (ii) hodowli komórek i tkanek zwierzęcych.

W semestrze przewiduje się przeprowadzenie dwóch sprawdzianów (1 termin - sprawdzian zaliczający; 2 termin - sprawdzian poprawkowy).

Ocena z części laboratoryjnej (L) przedmiotu zostanie wystawiona na podstawie sumy punktów uzyskanych przez studenta z końcowego sprawdzianu zaliczającego przy

uwzględnieniu przygotowania studenta do zajęć praktycznych weryfikowanego przez prowadzącego dane ćwiczenie laboratoryjne bezpośrednio podczas zajęć. Przewiduje się przeprowadzanie jednego sprawdzianu zaliczającego.

Ocena końcowa jest średnią ważoną (SW) obliczaną w następujący sposób:

$$[SW] = 0,7 \cdot W + 0,3 \cdot L$$

przy uwzględnieniu uzyskania pozytywnej oceny L jako warunku koniecznego do zaliczenia przedmiotu.

Skala ocen ([SW] = ocena):

$$[4,61, 5,00] = 5,0$$

$$[4,21, 4,60] = 4,5$$

$$[3,81, 4,20] = 4,0$$

$$[3,41, 3,80] = 3,5$$

$$[3,00, 3,40] = 3,0$$

$$< 3,0 = 2,0$$

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Celem zajęć dydaktycznych jest zapoznanie studentów z technikami, metodyką oraz zastosowaniami hodowli izolowanych komórek i tkanek roślinnych oraz zwierzęcych prowadzonych w warunkach in vitro.

#### ROŚLINNE KULTURY KOMÓRKOWE I TKANKOWE

Współczesna teoria komórkowa. Totipotencja komórek roślinnych. Eksplantaty i organogeneza w warunkach in vitro. Składniki pożywek. Roślinne regulatory wzrostu. Tkanka kalusowa in vivo i in vitro. Hodowla i pasażowanie tkanki kalusowej. Zawiesiny komórkowe i techniki hodowli wgłębnych komórek roślinnych. Hodowle korzeni izolowanych i włósnikowatych (transformowanych). Indukcja korzeni włósnikowatych i kinetyka wzrostu. Modyfikacje genetyczne korzeni. Hodowle komórek roślinnych w bioreaktorach. Fizjologiczno-behawioralne różnice komórek mikroorganizmów i komórek roślinnych. Agregacja oraz metody jej przeciwdziałania. Wpływ mieszania i zjawisko hydrodynamicznego stresu komórkowego. Parametry procesowe hodowli komórek roślinnych w bioreaktorach. Wybór techniki hodowli. Tradycyjne rozwiązania aparaturowe oraz bioreaktory specjalne. Techniki mikrorozmnażania klonalnego roślin: stymulacja rozwoju pędów bocznych i pędów przybyszowych, embriogeneza somatyczna, technologia sztucznych nasion. Ekonomia mikrorozmnażania kolonialnego roślin. Przemysłowa produkcja roślinnych metabolitów wtórnych.

#### ZWIERZĘCE KULTURY KOMÓRKOWE I TKANKOWE

Klasyfikacja hodowli komórkowych: Hodowle pierwotne, zawiesiny komórek i hodowle komórek adherentnych; hodowle przestrzenne. Zalety i ograniczenia metod hodowli komórek zwierzęcych. Środowisko i media hodowlane: pożywki naturalne i syntetyczne; funkcje, źródła i składniki surowicy. Linie komórkowe: linie o nieograniczonym i ograniczonym czasie życia. Transformacja spontaniczna i indukowana. Pasażowanie komórek adherentnych. Krioprezervacja komórek. Przegląd linii komórkowych i ich banki. Modele in vitro: metody alternatywne; ksenobiotyki i metody określania cytotoksyczności; walidacja modeli in vitro. Idea 3R i prawodawstwo europejskie. Przeciwciała monoklonalne (mAb): budowa i otrzymywanie; ograniczenia stosowalności i nowe generacje mAb; aplikacje medyczne i analityczne mAb. Komórki macierzyste: pochodzenie i plastyczność; otrzymywanie i hodowla; zastosowania aktualne i perspektywiczne; bankowanie komórek macierzystych.



**ZAJĘCIA LABORATORYJNE**

Wyposażenie laboratorium i aparatura specjalna wykorzystywana do hodowli in vitro komórek zwierzęcych. Praca w warunkach jałowych. Pasażowanie komórek adherentnych. Techniki mikroskopowe. Metody analizy gęstości i żywotności komórek w hodowlach in vitro.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Laboratorium inżynierskie**

|                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | <b>Kierownik Katedry/Zakładu</b> |
| Język wykładowy:             | <b>polski</b>                    |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | <b>bez egzaminu</b>              |
| Rodzaj zajęć:                | <b>laboratorium (90h)</b>        |
| Liczba punktów ECTS:         | <b>6</b>                         |

**Cele przedmiotu:**

Student powinien:

- zapoznać się z literaturą dotyczącą tematyki wykonywanej pracy dyplomowej (inżynierskiej),
- wykonać prace badawcze związane z tematyką pracy dyplomowej, a w szczególności wybrać metodę syntezy / analizy związku chemicznego (grupy związków), lub wybrać metodę badania zjawiska fizykochemicznego będącego tematem pracy i zrealizować je w praktyce,
- przedstawić egzemplarz inżynierskiej pracy dyplomowej, do napisania której wykorzystuje: zebraną literaturę, opracowane wyniki pracy laboratoryjnej, konsultacje z kierującym pracą dyplomową.

Wyniki prowadzonych badań mogą mieć formę założeń do projektu procesowego polegającego na opracowaniu technologii syntezy związku chemicznego lub kontroli analitycznej procesu technologicznego.

**Bibliografia:****Efekty kształcenia:**

Student, który zaliczył przedmiot:

- ma wiedzę teoretyczną konieczną do zrealizowania tematu pracy dyplomowej, tj. syntezy / analizy związku chemicznego (grupy związków) lub badania wybranego procesu fizykochemicznego oraz opracowania uzyskanych wyników
- ma wiedzę teoretyczną konieczną do przygotowania założeń do projektu procesowego z wykorzystaniem badań literaturowych oraz wyników własnych prac laboratoryjnych
- potrafi z literatury, baz danych i innych źródeł pozyskiwać (a także interpretować i oceniać wartość) informacje potrzebne do realizacji tematu pracy dyplomowej
- potrafi zaplanować i wykonać prace laboratoryjne (synteza / analiza) związane z tematyką pracy dyplomowej
- potrafi przeanalizować i opracować uzyskane rezultaty, w tym przygotować założenia do projektu procesowego
- potrafi pracować samodzielnie zarówno w laboratorium, jak i przy opracowaniu wyników badań i redakcji tekstu pracy dyplomowej
- wykazuje aktywność w kierunku poszerzania swojej wiedzy oraz inicjatywę w czasie prowadzenia eksperymentów laboratoryjnych, a także podczas przygotowywania pracy dyplomowej .

**Kryteria oceny:**

zaliczenie

**Matematyka 1**

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | mgr Małgorzata Twardowska      |
| Język wykładowy:             | polski                         |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                        |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (60h) + ćwiczenia (60h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 8                              |

**Cele przedmiotu:**

Rachunek różniczkowy i całkowy. Podstawowe typy równań różniczkowych zwyczajnych I rzędu. Równania liniowe wyższych rzędów o stałych współczynnikach. Szeregi liczbowe i potęgowe. Rachunek macierzowy. Geometria analityczna.

**Bibliografia:**

- 1) R. Leitner: Zarys matematyki wyższej dla studentów, część I i II, WNT
- 2) M. Gewert, Z. Skoczylas: Analiza matematyczna 1 - Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS
- 3) M. Gewert, Z. Skoczylas: Analiza matematyczna 1 - Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS
- 4) T. Jurlewicz, Z. Skoczylas: Algebra i geometria analityczna - Definicje, twierdzenia, wzory, Oficyna Wydawnicza GiS
- 5) T. Jurlewicz, Z. Skoczylas: Algebra i geometria analityczna - Przykłady i zadania, Oficyna Wydawnicza GiS

**Dodatkowa literatura:**

Materiały dla studentów zamieszczone na stronie

<http://www.mini.pw.edu.pl/~matwar/materiały.html> (dostępne po zalogowaniu się przez uczestniczących w zajęciach)

**Efekty kształcenia:**

Znajomość podstawowych metod różniczkowania i całkowania. Umiejętność rozwiązywania podstawowych typów równań różniczkowych zwyczajnych. Znajomość podstawowych działań na macierzach, rozwiązywania układów równań, badania zbieżności szeregów, rozwijania funkcji w szereg potęgowy.

**Kryteria oceny:**

Dwa kolokwia w trakcie semestru. Egzamin składający się z części pisemnej (zadania) i ustnej. Ocena końcowa będąca średnią ważoną z obu części egzaminu. Możliwość zwolnienia z części pisemnej po zaliczeniu ćwiczeń na ocenę co najmniej dobrą i uzyskaniu z każdego kolokwium co najmniej 50% punktów.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

- 1) Macierze. Wyznacznik macierzy i jego własności. Operacje wierszowe i kolumnowe. Działania na macierzach. Mnożenie macierzy. Macierz odwrotna. Rząd macierzy. Układy równań liniowych. Twierdzenie Cramera, tw. Kroneckera - Capellego. Metoda eliminacji Gaussa.
- 2) Elementy logiki, oznaczenia logiczne i teoriomnogościowe.
- 3) Ciągi liczbowe i ich granice. Tw. o trzech ciągach.
- 4) Rachunek różniczkowy funkcji jednej zmiennej. Granica i ciągłość funkcji. Własności funkcji ciągłych. Pochodna funkcji i jej interpretacja. Podstawowe wzory na pochodne. Pochodna sumy, iloczynu, ilorazu, złożenia funkcji i funkcji odwrotnej. Twierdzenia Rolle'a, Cauchy'ego, Lagrange'a. Pochodne wyższych rzędów. Wzór Taylora i Maclaurina. Reguły de L'Hospitala i ich zastosowania. Przedziały monotoniczności, ekstrema lokalne,

przedziały wypukłości, punkty przegięcia. Asymptoty.

5) Rachunek całkowy funkcji jednej zmiennej. Całka nieoznaczona. Podstawowe wzory i metody całkowania - całkowanie przez części i przez podstawienie. Całkowanie funkcji wymiernych - rozkład na ułamki proste. Całkowanie funkcji zawierających pierwiastki. Całkowanie funkcji trygonometrycznych.

Całka oznaczona - definicja, podstawowe własności, interpretacja geometryczna.

Związek całki oznaczonej z całką nieoznaczoną. Całki niewłaściwe. Zastosowania całki oznaczonej.

6) Pochodne cząstkowe. Funkcja uwikłana jednej zmiennej. Pochodna funkcji uwikłanej. Ekstrema funkcji uwikłanej.

7) Równania różniczkowe zwyczajne. Twierdzenie o istnieniu i jednoznaczności rozwiązań równań różniczkowych rzędu pierwszego. Rozwiązywanie równań: o zmiennych rozdzielonych, jednorodnych, liniowych, Bernoulliego. Równania wyższych rzędów. Równanie liniowe rzędu  $n$ . Równanie liniowe o stałych współczynnikach.

8) Szeregi liczbowe. Kryteria zbieżności szeregów - kryterium porównawcze, kryterium d'Alemberta i Cauchy'ego, kryterium Leibniza, kryterium całkowite. Szeregi potęgowe. Promień zbieżności.

Twierdzenia o różniczkowaniu i całkowaniu szeregów potęgowych. Rozwijanie funkcji w szeregi potęgowe.

9) Geometria analityczna w przestrzeni iloczyn skalarny i wektorowy. Prosta i płaszczyzna w przestrzeni. Odległość między prostymi skośnymi.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Matematyka 2**

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr Eugenia Ciborowska-Wojdyga  |
| Język wykładowy:             | polski                         |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                        |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (60h) + ćwiczenia (30h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 7                              |

**Cele przedmiotu:**

Rachunek różniczkowy i całkowy funkcji wielu zmiennych. Rachunek różniczkowy i całkowy funkcji zmiennych zespolonych. Transformata Laplace'a i jej zastosowanie do rozwiązywania równań różniczkowych i o pochodnych cząstkowych.

**Bibliografia:**

1. M. Gewert, Z. Skoczylas: Analiza matematyczna 2 - definicje, twierdzenia i wzory
2. M. Gewert, Z. Skoczylas: Analiza matematyczna 2 - Przykłady i zadania
3. G. Kwiecińska : Matematyka część 3 Analiza funkcji wielu zmiennych
4. Gindifer, Stankiewicz : Ćwiczenia z matematyki
5. 114 cątek funkcji wielu zmiennych , zeszyt 6

**Efekty kształcenia:**

Dwa kolokwia w trakcie semestru.

Egzamin składa się z części pisemnej i ustnej. Ocena końcowa jest średnią ważoną z obu części egzaminu. Możliwość zwolnienia z części pisemnej po zaliczeniu ćwiczeń na ocenę co najmniej dobrą i uzyskaniu z każdego kolokwium co najmniej 50% punktów.

**Kryteria oceny:**

Dwa kolokwia w trakcie semestru.

Egzamin składa się z części pisemnej i ustnej. Ocena końcowa jest średnią ważoną z obu części egzaminu. Możliwość zwolnienia z części pisemnej po zaliczeniu ćwiczeń na ocenę co najmniej dobrą i uzyskaniu z każdego kolokwium co najmniej 50% punktów.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład

1. Funkcje wielu zmiennych, granica, ciągłość
2. Pochodne cząstkowe pierwszego i wyższych rzędów
3. Różniczka funkcji wielu zmiennych
4. Ekstrema funkcji wielu zmiennych
5. Funkcje uwikłane jednej i wielu zmiennych - ich własności, ekstrema
6. Całki podwójne, własności, zamiana zmiennych, zastosowania geometryczne i fizyczne
7. Całki potrójne, własności, zamiana zmiennych, zastosowania geometryczne i fizyczne
8. Całki krzywoliniowe skierowane i nieskierowane
9. Związki między całkami różnych rodzajów
10. Funkcja zmiennej zespolonej, jej własności - granica, ciągłość
11. Pochodne funkcji zmiennej zespolonej, holomorficzność
12. Całki funkcji zmiennej zespolonej
13. Twierdzenia całkowe- twierdzenia Cauchy'ego
14. Szeregi funkcyjne - szereg Taylora i szereg Laurenta
15. Punkty osobliwe, residuum funkcji
16. Twierdzenie o residuach
17. Przekształcenie Laplace'a i jego własności
18. Metody znajdowania transformaty odwrotnej - ułamki proste, residua, splot

19. Zastosowanie transformaty Laplace'a do rozwiązywania równań różniczkowych zwyczajnych i równań o pochodnych cząstkowych

Ćwiczenia stanowią praktyczne rozwinięcie teorii z wykładu.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Matematyka 3**

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr Wiesław Zarębski            |
| Język wykładowy:             | polski                         |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                   |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + ćwiczenia (15h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 3                              |

**Cele przedmiotu:**

Zmienne losowe: wybrane typy rozkładów. Wartość oczekiwana, wariancja.

Podstawowe metody statystyki matematycznej: przedziały ufności, testowanie hipotez odnośnie wartości oczekiwanej i wariancji; testowanie hipotez odnośnie postaci rozkładu.

Klasyfikacja równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu.

Metoda Fouriera (rozdzielania zmiennych) dla równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu - w szczególności, równania przewodnictwa cieplnego.

Równanie różniczkowe drugiego rzędu z osobliwością regularną w zerze. Funkcje Bessela - zastosowanie do równania przewodnictwa cieplnego.

**Bibliografia:**

1. T. Gerstenkorn, T. Środka, Kombinatoryka i rachunek prawdopodobieństwa, PWN, Warszawa 1980.
2. A. Plucińska, E. Pluciński, Zadania z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej dla studentów politechnik, PWN, Warszawa, wyd. II, 1970 (lub wyd. VII, 1982) - lub tych samych autorów, nieznacznie zmienione: Zadania z probabilistyki, PWN, Warszawa 1983.
3. J. Greń, Modele i zadania statystyki matematycznej, PWN, Warszawa 1970.
4. W. Sadowski, Statystyka matematyczna, wyd. II, Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1969.
5. W. Stankiewicz, J. Wojtowicz, Zadania z matematyki dla wyższych uczelni technicznych, część druga, PWN, Warszawa 1975 (§42: Równanie przewodnictwa cieplnego).
6. E. Ciborowska-Wojdyga, Ćwiczenia z matematyki dla kierunków chemicznych, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 1989.

**Efekty kształcenia:**

Podstawowa znajomość rozkładów zmiennych losowych. Podstawowe umiejętności opracowywania danych doświadczalnych i testowania hipotez statystycznych.

Umiejętność zaklasyfikowania równania różniczkowego cząstkowego liniowego drugiego rzędu do jednego z trzech typów (eliptyczny, hiperboliczny, paraboliczny) i rozwiązania równania przewodnictwa cieplnego metodą Fouriera.

**Kryteria oceny:**

Dwa kolokwia w trakcie semestru, w tym jedno z rachunku prawdopodobieństwa i statystyki, a drugie - dotyczące równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu. Oba kolokwia mają wagę po 50%. Na tej podstawie jest wystawiana ocena z przedmiotu (wg standardowej skali tzn. od 51% punktów ocena 3,0, od 61% ocena 3,5 itd.).

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Elementy rachunku prawdopodobieństwa (powtórzenie definicji prawdopodobieństwa - sigma-algebra zbiorów, przestrzeń zdarzeń elementarnych, przestrzeń prawdopodobieństwa; pojęcie zmiennej losowej, zmienne typu skokowego i ciągłego,

dystrybuanta i gęstość; momenty zmiennej losowej, w szczególności wariancja; podstawowe rozkłady (Bernoulli'ego, Poissona, normalny, jednostajny, wykładniczy); centralne twierdzenie graniczne). Współczynnik korelacji zmiennych losowych, regresja.

2. Elementy statystyki matematycznej (pojęcie populacji generalnej, średnia i wariancja z próbki; rozkłady chi kwadrat i t Studenta; testowanie hipotezy o średniej i wariancji; test chi kwadrat Pearsona - testowanie postaci rozkładu; testowanie hipotezy odnośnie współczynnika regresji i współczynnika korelacji).

3. Klasyfikacja równań różniczkowych cząstkowych drugiego rzędu, sprowadzanie do postaci kanonicznej; rozwiązywanie równania przewodnictwa cieplnego (metoda rozdzielania zmiennych dla pręta skończonego i kuli). Równanie drugiego rzędu z regularną osobliwością w zerze, funkcje Bessela - zastosowanie do problemu przewodnictwa cieplnego w walcu.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Mechanika płynów**

|                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Marek Mitosek |
| Język wykładowy:             | polski                           |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                     |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)                     |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                                |

**Cele przedmiotu:**

Ogólna wiedza na temat zjawisk i praw opisujących stan spoczynku oraz ruch cieczy i gazu.

Umiejętność obliczania parametrów płynu: w stanie spoczynku, ustalonego przepływu w przewodach oraz wypływu cieczy i gazu przez otwory.

Zrozumienie sensu i znaczenia wybranych zjawisk fizycznych występujących w strumieniu cieczy.

**Bibliografia:**

- 1) M. Mitosek „Mechanika płynów w inżynierii i ochronie środowiska”, OWPW, 2014 (Wyd. Nauk. PWN, 2001)
- 2) Mitosek M., Matlak M., Kodura A. „Zbiór zadań z hydrauliki dla inżynierii i ochrony środowiska”, OWPW, 2008

**Efekty kształcenia:**

Ogólna wiedza na temat zjawisk i praw opisujących stan spoczynku oraz ruch cieczy i gazu.

Umiejętność obliczania parametrów płynu: w stanie spoczynku, ustalonego przepływu w przewodach oraz wypływu cieczy i gazu przez otwory.

Zrozumienie sensu i znaczenia wybranych zjawisk fizycznych występujących w strumieniu cieczy.

**Kryteria oceny:**

Dwa jednogodzinne kolokwia na 7. oraz przedostatnim wykładzie. Tematyka obowiązująca na kolokwium obejmuje wyłożony materiał oraz wybrane zagadnienia zasygnalizowane na wykładach z prośbą o uzupełnienie wiedzy w ramach samodzielnej pracy studenta. Studenci, którzy nie uzyskali wymaganej liczby punktów do zaliczenia wykładów (zgodnie z regulaminem odrabiania przedmiotu) mogą przystąpić do kolokwium zaliczeniowego.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Własności fizyczne płynów. Płyny rzeczywiste i doskonałe.

Analityczne metody opisu ruchu płynu. Podstawowe pojęcia z teorii przepływów. Siły działające w płynach. Zasady zachowania masy, pędu i energii. Równanie Naviera-Stokesa.

Statyka płynów: prawa opisujące stan spoczynku płynu, przyrządy cieczowe do pomiaru ciśnienia, parcie cieczy oraz wypór.

Kinematyka płynów: ruch potencjalny i wirowy.

Dynamika cieczy doskonałej: równanie Bernoulliego i jego interpretacja. Przepływ cieczy rzeczywistej: doświadczenie Reynoldsa, właściwości ruchu laminarnego i turbulentnego.

Hydrauliczne obliczanie przewodów: straty liniowe i miejscowe, przepływy w pojedynczych przewodach, pompa w układzie przewodów.

Nieustalone przepływy cieczy w przewodach - uderzenie hydrauliczne.

Wypływ cieczy przez otwory.

Dynamiczne działanie strumienia na ciała opływane: opadanie swobodne i sedymentacja.  
Właściwości fizyczne gazów, adiabatyczny wyptyw gazu.  
Przepływy w ośrodkach porowatych - filtracja osadu.  
Zjawisko Venturiego i jego zastosowanie.  
Zjawisko kawitacji.  
Wybrane metody pomiaru lepkości cieczy.  
Zasady podobieństwa zjawisk fizycznych: znaczenie liczb podobieństwa dynamicznego.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Mechanika płynów - Laboratorium**

|                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Apoloniusz Kodura |
| Język wykładowy:             | polski                    |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu              |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (30h)        |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                         |

**Cele przedmiotu:**

Laboratorium z mechaniki płynów służy pokazaniu podstawowych aspektów praktycznych zjawisk charakteryzujących płyny w stanie spoczynku i ruchu. Problematyka pomiaru wielkości charakterystycznych płynów, takich jak ciśnienie, prędkość, przepływ, opory ruchu. Analiza niepewności pomiarowych i przyczyn występowania błędów pomiaru. Opory ruchu. Podstawy pracy maszyn przepływowych.

**Bibliografia:**

Mitosek M., „Mechanika płynów w inżynierii i ochronie środowiska” PWN  
 Mitosek M., Matlak M., Kodura A., :Zbiór zadań z hydrauliki dla inżynierii i ochrony środowiska” OWPW  
 Kodura A., Instrukcje do ćwiczeń z mechaniki płynów” - materiały dostępne na platformie Moodle

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat podstawowych zagadnień mechaniki płynów,
- posiadać zdolność planowania i wykonania badań eksperymentalnych w ramach pracy zespołowej,
- posiadać umiejętność prezentacji wyników badań w postaci wykonanego w ramach zespołu sprawozdania obejmującego opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki wraz z ich analizą i odniesieniem do danych literaturowych.

**Kryteria oceny:**

Obecność obowiązkowa;

Wykonanie każdego z ćwiczeń laboratoryjnych potwierdzone jest opracowaniem sprawozdania.

Na ocenę każdego z ćwiczeń składają się: ocena ze sprawozdania (waga 0,4) i ocena z obrony sprawozdania (waga 0,6).

Ocena końcowa jest średnią arytmetyczną z ocen uzyskanych z poszczególnych ćwiczeń. Dopuszczalne jest niezaliczenie jednego z raportów.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Doświadczenie Reynoldsa.
2. Parcie hydrostatyczne
3. Pomiary natężenia przepływu w przewodach i korytach.
4. Opory liniowe i miejscowe w przewodach pod ciśnieniem.
5. Współpraca pompy z przewodem.
6. Układy pomp wirowych.
7. Wizualizacja zjawiska kawitacji na króćcu ssawnym i w pompie.
8. Strumienica.
9. Charakterystyki hydrauliczne przelewów trójkątnych.
10. Filtracja wody w gruncie.

11. Przepływ w przewodach wentylacyjnych.
12. Wypływ adiabatyczny gazu.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Metody spektroskopowe**

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Janusz Serwatowski |
| Język wykładowy:             | polski                                |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                          |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)                          |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                                     |

**Cele przedmiotu:**

Omawiane są wybrane metody spektroskopowe, stosowane powszechnie w badaniach struktury związków chemicznych, ze szczególnym uwzględnieniem metod badania struktury związków organicznych. Są to:

1. Spektroskopia elektronowa.
2. Spektroskopia w podczerwieni.
3. Spektroskopia Ramana.
4. Spektroskopia mikrofalowa.
5. Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego.

**Bibliografia:**

1. Włodzimierz Kołos, Chemia kwantowa, PWN, Warszawa, 1975.
2. Zbigniew Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, PWN, Warszawa, 1992.
3. Robert M. Silverstein, Spektroskopowe metody identyfikacji związków organicznych, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2007.

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu student zna teoretyczne podstawy spektroskopii molekularnej i wie jak powiązać elementy struktury związku chemicznego z jego widmem. Posiada umiejętność korzystania z danych literaturowych i zasobów internetowych dotyczących problemów spektroskopii molekularnej. Potrafi przewidzieć widmo związku o znanej strukturze oraz określić strukturę związku na podstawie widm.

**Kryteria oceny:**

Wykład odbywa się w semestrze zimowym. Po zakończeniu zajęć odbywa się kolokwium zaliczeniowe, pisemne.

**Szczegółowe treści merytoryczne:****Wykład:**

Kwantowomechaniczne podstawy spektroskopii molekularnej. Elementy algebry operatorów, postulaty mechaniki kwantowej. Ogólne podstawy spektroskopii. Widmo promieniowania elektromagnetycznego, uwagi wstępne, aparatura.

Spektroskopia elektronowa, energie stanów elektronowych, reguły wyboru, widmo elektronowe, zależność widma od budowy cząsteczki, widma związków z układami sprzężonych wiązań podwójnych.

Spektroskopia w podczerwieni, energie stanów oscylacyjnych, drgania normalne, pasma podstawowe i złożone, rezonans Fermi'ego, interpretacja widma IR, struktura cząsteczki a widmo IR.

Rozpraszanie promieniowania, spektroskopia Ramana, polaryzowalność cząsteczki, reguły wyboru. Widmo Ramana.

Spektroskopia mikrofalowa, reguły wyboru, widmo rotacyjne, obliczanie długości wiązania na podstawie widma.

Spektroskopia magnetycznego rezonansu jądrowego. Rezonans protonowy: ekranowanie

jądra, przesunięcie chemiczne, powierzchnia sygnału, wielkości i zależności pomiędzy parametrami widma. Sprzężenie spinowo-spinowe, układy spinowe, równocześnieść nierównocześnieść jąder. Aparatura. Analiza struktury cząsteczki na podstawie widma NMR. .

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Metody spektroskopowe - Ćwiczenia**

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Janusz Serwatowski |
| Język wykładowy:             | polski                                |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                          |
| Rodzaj zajęć:                | ćwiczenia (15h)                       |
| Liczba punktów ECTS:         | 1                                     |

**Cele przedmiotu:**

Praktyczne zastosowanie metod spektroskopowych. Rozwiązywanie problemów obliczeniowych i strukturalnych z wykorzystaniem widm elektronowych, oscylacyjnych, rotacyjnych, widm Ramana i widm NMR. Określanie struktury cząsteczki na podstawie widm oraz przewidywanie widm dla cząsteczki o zadanej strukturze.

**Bibliografia:**

1. Włodzimierz Kołos, Chemia kwantowa, PWN, Warszawa, 1975.
2. Zbigniew Kęcki, Podstawy spektroskopii molekularnej, PWN, Warszawa, 1992.

**Efekty kształcenia:**

Po zaliczeniu przedmiotu student wie jak praktycznie podejść do zagadnień strukturalnych przy pomocy metod spektroskopowych. Umie skorzystać z danych spektroskopowych przy określaniu struktury związku chemicznego oraz skorzystać z danych literaturowych dla celów porównawczych.

**Kryteria oceny:**

Po zakończeniu zajęć odbywa się kolokwium zaliczeniowe, pisemne.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Zastosowanie metod spektroskopowych w badaniach struktury związków chemicznych.

1. Powiązanie widma elektronowego z danymi eksperymentalnymi dla cząsteczek zawierających układ sprzężonych wiązań podwójnych: przewidywanie widma elektronowego dla danej cząsteczki
2. Widmo oscylacyjne a struktura cząsteczki: geometria cząsteczki na podstawie liczby pasm w widmie, grupy funkcyjne, sposób powiązania ligandów, wiązanie wodorowe.
3. Badanie widma Ramana dla cząsteczek homojądrowych i heterojądrowych.
3. Obliczanie długości cząsteczki na podstawie widma rotacyjnego.
4. Widmo NMR dla cząsteczek o danej strukturze.
5. Określanie struktury cząsteczki na podstawie widma NMR.
6. Wpływ zjawisk dynamicznych (inwersja, rotacja, chemiczna wymiana protonów protonów, wiązanie wodorowe) na widmo NMR.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Metrologia biochemiczna oraz akwizycja pomiarowa - Laboratorium**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Patrycja Ciosek-Skibińska |
| Język wykładowy:             | polski                                 |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                           |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (30h)                     |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                                      |

**Cele przedmiotu:**

Celem laboratorium jest zapoznanie studentów z nowoczesnymi technikami pomiarowymi w metrologii biochemicznej oraz z obecnie stosowanymi metodami akwizycji i przetwarzania danych pomiarowych.

**Bibliografia:**

1. Z. Brzózka, W. Wróblewski, Sensory chemiczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1999.
2. W. Szczepaniak, Metody instrumentalne w analizie chemicznej
3. D.A. Skoog, D. M. West, J. F. Holler, S. R. Crouch, Podstawy chemii analitycznej
4. J. Namieśnik i in., Ocena i kontrola jakości wyników pomiarów analitycznych

**Efekty kształcenia:**

- mieć ogólną wiedzę na temat nowoczesnych technik pomiarowych stosowanych w metrologii biochemicznej oraz obecnie stosowanych metod akwizycji i przetwarzania danych pomiarowych.
- Umieć korzystać z kilku zaawansowanych technik analitycznych, skorelowanych z potrzebami nowoczesnej kontroli bioanalitycznej/biochemicznej
- Potrafić zaplanować procedurę pomiarową, przeprowadzić optymalizację warunków pomiaru, wybrać właściwą metodę akwizycji, przetwarzania oraz interpretacji otrzymanych wyników

**Kryteria oceny:**

Ostateczna ocena z przedmiotu jest wystawiana na podstawie ocen z pracy na laboratorium i sprawozdań oraz z kolokwium końcowego

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Program laboratorium zakłada przedstawienie kilku zaawansowanych technik analitycznych, skorelowanych z potrzebami nowoczesnej kontroli bioanalitycznej środowiska, analizy biochemicznej oraz kontroli analitycznej bioprocessów. Bloki tematyczne obejmują: techniki analityczne różniące się sposobem zbierania i charakteru sygnału umożliwiające analizę śladowych bioanalitów nieorganicznych i organicznych. Wykonanie ćwiczeń związane będzie z przygotowaniem próbki do analizy, przygotowaniem układu pomiarowego, optymalizacją warunków pomiaru, ułożeniem algorytmu procedury pomiarowej i wyborem właściwej metody akwizycji, przetwarzania oraz interpretacji otrzymanych wyników.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Mikrobiologia ogólna i przemysłowa**

|                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr Jolanta Mierzejewska |
| Język wykładowy:             | polski                  |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                 |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (60h)            |
| Liczba punktów ECTS:         | 6                       |

**Cele przedmiotu:**

Wykład jest podzielony na dwie części. W części I będzie omówiona systematyka, morfologia i fizjologia wirusów, bakterii, drożdży i grzybów strzępkowych oraz wpływ czynników środowiskowych na wzrost i przeżywalność tych drobnoustrojów. Przedstawiona będzie rola mikroorganizmów w obiegu węgla, azotu, siarki i fosforu oraz w samooczyszczaniu wód. W części II będzie omówione niekorzystne działanie drobnoustrojów jako czynników psujących żywność, powodujących rozkład i korozję materiałów czy wywołujących choroby ludzi, roślin i zwierząt. Niszczenie drobnoustrojów wprowadzających zakłócenia w produkcji żywności, w przemyśle biotechnologicznym i farmaceutycznym oraz metody sprawdzające efektywność zastosowanych procedur. Studenci poznają metody izolacji i sposoby doskonalenia szczepów przydatnych w procesach biotechnologicznych oraz metody przechowywania tych szczepów warunkujące zachowanie ich cech biotechnologicznych. Omówione będzie także wykorzystanie mikroorganizmów w podstawowych procesach biotechnologicznych (browarnictwo, winiarstwo, produkcja drożdży piekarskich, produkcja etanolu, antybiotyków, kwasów organicznych, probiotyków, aminokwasów, bakteriocyn, fermentowanej żywności, produkcja heterologicznych białek).

**Bibliografia:**

1. Libudzisz Z., Kowal K.: Mikrobiologia Techniczna, t. I i II. PWN, 2010
2. Kunicki-Goldfinger W.: Życie bakterii. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2007

**Efekty kształcenia:**

- 1) Posiadanie ogólnej wiedzy teoretycznej na temat morfologii i fizjologii mikroorganizmów wykorzystywanych w procesach biotechnologicznych oraz wpływu czynników środowiskowych na wzrost i przeżywalność drobnoustrojów.
- 2) Posiadanie wiedzy teoretycznej na temat wymagań co do szczepów drobnoustrojów przydatnych w procesach biotechnologicznych oraz metod ich przechowywania, izolacji, diagnostyki jak również sposobów hodowli.
- 3) Posiadanie ogólnej wiedzy na temat podstawowych procesów biotechnologicznych prowadzonych przez bakterie i grzyby oraz przyczyn zakłóceń procesów wynikających z zanieczyszczeń mikrobiologicznych,.
- 4) Znajomość sposobów niszczenia drobnoustrojów na różnych etapach przebiegu procesu biotechnologicznego oraz metod oceniających skuteczność zastosowanych procedur.

**Kryteria oceny:**

Do zaliczenia wymagane jest uzyskanie minimum 50% punktów z egzaminu pisemnego.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

W trakcie wykładów zostaną omówione wymienione poniżej zagadnienia z dziedziny mikrobiologii ogólnej i przemysłowej.

- 1) Zarys historyczny rozwoju mikrobiologii. Wprowadzenie do systematyki mikroorganizmów.
- 2) Morfologia i fizjologia bakterii, grzybów i wirusów, struktury komórkowe i metody

rozmnażania.

- 3) Wpływ czynników środowiskowych na wzrost i przeżywalność drobnoustrojów.
- 4) Mikroflora gleby, wody i powietrza. Rola mikroorganizmów w obiegu węgla, azotu, siarki i fosforu oraz w samooczyszczaniu wód.
- 5) Niekorzystne działanie drobnoustrojów jako czynników psujących żywność, powodujących rozkład i korozję materiałów czy wywołujących choroby ludzi, roślin i zwierząt.
- 6) Przeżywalność drobnoustrojów chorobotwórczych w środowisku naturalnym. Ocena sanitarna środowiska naturalnego (gleba, woda, powietrze)
- 7) Niszczenie drobnoustrojów wprowadzających zakłócenia w produkcji żywności, w przemyśle biotechnologicznym i farmaceutycznym oraz metody sprawdzające efektywność zastosowanych procedur.
- 8) Metody izolacji i identyfikacji drobnoustrojów oraz sposoby doskonalenia szczepów przydatnych w procesach biotechnologicznych (metody klasyczne i technologia rekombinacji DNA).
- 9) Metody przechowywania szczepów warunkujące zachowanie ich cech biotechnologicznych.
- 10) Metody określające wielkość populacji drobnoustrojów, w tym również najnowsze metody instrumentalne.
- 11) Wykorzystanie bakterii i grzybów w podstawowych procesach biotechnologicznych (browarstwo, winiarstwo, produkcja drożdży piekarskich, produkcja etanolu, antybiotyków, kwasów organicznych, probiotyków, aminokwasów, bakteriocyn, fermentowanej żywności) oraz w przygotowaniu kultur starterowych.
- 12) Zastosowanie rekombinowanych szczepów w procesie otrzymywania produktów ważnych z punktu widzenia zdrowia człowieka (hormonu wzrostu, insuliny, immunoszczepionek).

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Mikrobiologia ogólna i przemysłowa - Laboratorium**

|                              |                         |
|------------------------------|-------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr Jolanta Mierzejewska |
| Język wykładowy:             | polski                  |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu            |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (60h)      |
| Liczba punktów ECTS:         | 4                       |

**Cele przedmiotu:**

W ramach laboratorium studenci zapoznają się z podstawowymi technikami mikrobiologicznymi - przygotowaniem podłoży mikrobiologicznych i ich sterylizacją, technikami posiewu na podłoża stałe i płynne, metodami hodowli, izolowaniem czystych kultur z różnych środowisk naturalnych, określaniem liczby mikroorganizmów, podstawowymi technikami barwienia mikroorganizmów (barwienie proste i złożone, m. in. barwienie Grama).

Przedstawiona zostanie morfologia kolonii i komórki bakteryjnej oraz drożdżowej jak również morfologia grzybów strzępkowych. Przeprowadzone zostaną testy ruchliwości bakterii i chemotaksji. Studenci będą wyznaczać krzywą wzrostu dla wybranych drobnoustrojów. Studenci zapoznają się z podstawowymi testami własności biochemicznych drobnoustrojów.

Ponadto, studenci zapoznają się z metodami mikrobiologicznej analizy wody i powietrza oraz metodami oceny sanitarnej warunków produkcji i rąk, jak również z metodami badania własności bakterio i grzybobójczych potencjalnych chemioterapeutyków.

**Bibliografia:**

- 1) Libudzisz Z., Kowal K.: Mikrobiologia Techniczna, t. I i II. PWN, 2010
- 2) Red. Grabińska-Łoniewska A. Ćwiczenia laboratoryjne z mikrobiologii ogólnej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1999
- 3) Ziemińska A. Laboratorium mikrobiologiczne. Wybrane ćwiczenia z mikrobiologii ogólnej i stosowanej. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2010

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu laboratorium student/studentka:

- 1) Posługuje się podstawowymi technikami laboratoryjnymi w zakresie mikrobiologii ogólnej i przemysłowej;
- 2) Zna zasady BHP obowiązujące w pracowni mikrobiologicznej
- 3) Posiada umiejętność opisanie, a następnie interpretacji i krytycznej dyskusji wyników prowadzonych badań
- 4) Posługuje się poprawnie terminologią i nomenklaturą stosowaną w mikrobiologii ogólnej i przemysłowej

**Kryteria oceny:**

Ocena końcowa będzie wystawiona na podstawie sprawozdań z poszczególnych zajęć laboratoryjnych oraz 2 sprawdzianów.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Tematyka zajęć laboratoryjnych:

1. Zapoznanie studenta z podstawowymi zasadami pracy jałowej i BHP obowiązującymi w pracowni mikrobiologicznej.
2. Przygotowanie podłoży mikrobiologicznych i ich sterylizacja.
3. Zapoznanie studenta z podstawowymi technikami mikrobiologicznymi: techniki posiewu, przechowywania szczepów, izolowania czystych kultur ze środowiska

naturalnego na podłożach pełnych i selekcyjnych.

4. Charakterystyka morfologii kolonii bakteryjnych oraz drożdżowych, ruch bakterii (chemotaksja).

5. Monitorowanie wzrostu hodowli mikroorganizmów za pomocą różnych metod (pomiar OD600, metoda rozcieńczeń, komory zliczeniowe, metoda wagowa), wyznaczenie krzywej wzrostu hodowli bakteryjnej.

6. Studenci zapoznają się z podstawowymi testami własności biochemicznych drobnoustrojów (źródła węgla, procesy oddechowe, fermentacja).

7. Sprawdzanie cech użytkowych drobnoustrojów wyizolowanych ze środowiska naturalnego (testy przesiewowe sprawdzające zdolność do produkcji enzymów o znaczeniu przemysłowym).

8. Podstawowe metody oceny sanitarnej wody, powietrza oraz warunków produkcji.

9. Metody badania własności bakterio i grzybobójczych potencjalnych chemioterapeutyków.

10. Podstawowe techniki utrwalania i barwienia mikroorganizmów, morfologia komórek bakteryjnych i drożdżowych. Obserwacje mikroskopowe.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Miniaturyzacja w chemii analitycznej**

|                              |                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Michał Chudy, prof. PW |
| Język wykładowy:             | polSKI                              |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                        |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (15h)                        |
| Liczba punktów ECTS:         | 1                                   |

**Cele przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest poszerzenie wiedzy przekazywanej studentom w ramach wykładów prowadzonych na poprzednich semestrach (np. Chemia Analityczna Instrumentalna, Podstawy Nauki o Materiałach) i zapoznanie z wybranymi zagadnieniami specjalnych technologii chemicznych pozwalających na tworzenie miniaturowych urządzeń i systemów do kontroli analitycznej i prowadzenia reakcji chemicznej w mikroskali. Poszczególne wykłady dotyczyć będą między innymi: projektowania, materiałów oraz technologii wytwarzania, stosowanych miniaturowych układów chemicznych i detekcyjnych oraz praktycznych zastosowań miniaturowych systemów analitycznych.

**Bibliografia:**

1. Z. Brzózka, Miniaturyzacja w analityce, Oficyna Wydawnicza PW 2005
2. Z. Brzózka, Mikrobioanalitka, Oficyna Wydawnicza PW 2009
3. M. Madou, Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, Inc. 2002
4. Andreas Manz, Nicole Pamme, Dimitri Lossifidis, Bioanalytical Chemistry, Imperial College Press Language: English, ISBN: 1860943713
5. A. Van Den Berg, Lab-On-A-Chip: Miniaturized Systems for (Bio)Chemical Analysis and Synthesis, Elsevier Science ISBN: 0444511008, 2003

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę na temat współczesnych technik analitycznych wykorzystujących mikrosystemy i mikronarzędzia, metod, technologii oraz nowoczesnych materiałów stosowanych do wytwarzania mikroukładów
- mieć ogólną wiedzę na temat głównych koncepcji projektowania mikrosystemów analitycznych i bioanalitycznych a także znać główne elementy/moduły konstrukcyjne wykorzystywane do budowy mikrosystemów
- mieć podstawową wiedzę na temat procesów, które mogą być prowadzone w mikroskali oraz znać korzyści z tego płynące
- na podstawie dostępnych źródeł literaturowych i internetowych zapoznać się samodzielnie z wybranymi zagadnieniami wskazanymi przez prowadzącego w trakcie wykładu,
- posiadać umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych w celu pogłębienia wiedzy dotyczącej miniaturyzacji w chemii
- potrafić omówić podstawowe zjawiska i procesy zachodzące w mikroukładach bioanalitycznych

**Kryteria oceny:**

Ocena z kolokwium/testu zaliczeniowego

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Treści szczegółowe i plan przedmiotu: razem 15 h

Zajęcia rozpoczynać będzie wykład wprowadzający, przedstawiający podstawy koncepcji oraz realizacji miniaturowych urządzeń analitycznych. Następnie omawiane są podstawowe zjawiska występujące w mikroukładach analitycznych (przepływ laminarny, przepływ elektroosmotyczny, mieszanie w mikroskali, wydajność reakcji chemicznych etc.) oraz różnice w przebiegu poszczególnych procesów i reakcji w stosunku do skali makro.

W ramach kolejnych wykładów studentom przekazywana jest wiedza nt. zasad projektowania i technologii wykonania mikrosystemów analitycznych oraz obszarów ich wykorzystania we współczesnych naukach biologicznych, chemicznych i medycznych. Wskazywane są także wady i zalety konstruowanych współcześnie mikrosystemów chemicznych i diagnostycznych.

1. Wykład 1 - wprowadzający 1 h

- Koncepcje miniaturyzacji urządzeń analitycznych (skala urządzeń, mikroukłady modułowe i zintegrowane)

- Skala i podstawowe wymiary mikrostruktur

- Zjawisko dyfuzji w mikrokanatach

- Przepływ laminarny i elektroosmotyczny

2. Wykład 2 Materiały, projektowanie oraz technologie wytwarzania mikrosystemów 4 h

- Materiały - szkło, krzem, polimery, ceramika, technologie - trawienie, metody replikacyjne, mikrofrezowanie

- Układy detekcyjne i sensory chemiczne w miniaturowych systemach analitycznych

- Miniaturowe układy w bioanalityce

3. Wykład 3 Zjawisko mieszania w mikrokanatach 2 h

- Problem mieszania w mikrokanatach

- Typy mikromieszalników: aktywne i pasywne

- Zwiększanie efektywności mieszania w mikrosystemach

4. Wykład 3 Mikroreaktory chemiczne 2 h

- Definicja mikroreaktora

- Materiały do wytwarzania mikroreaktorów uwzględniające typy prowadzonych reakcji chemicznych

- Wybrane reakcje chemiczne prowadzone w mikroskali

5. Wykład 4 Mikrosystemy diagnostyczne 1 h

- Typy mikrosystemów diagnostycznych

- Wymagania stawiane mikrosystemom diagnostycznym

- Diagnostyka wybranych chorób

6. Wykład 5 Mikrosystemy wykorzystywane w inżynierii komórkowej 2 h

- Hodowle komórkowe w mikroukładach (mono i kokultury komórek)

- Hodowle 2D i 3D - różnice w biologicznych modelach badawczych

- Hodowle tkankowe - medycyna regeneracyjna

- Ocena procedur terapeutycznych z wykorzystaniem mikrosystemów

6. Wykład 6 C-elegans - modelowy organizm biologiczny 1 h

7. Wykład 7 Nowe podejście do zagadnienia mikroanalizy - Lab-on-paper 1 h

8. Kolokwium/test zaliczeniowy 1 h

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Ochrona własności intelektualnej w biotechnologii

|                              |                 |
|------------------------------|-----------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr Tomasz Zimny |
| Język wykładowy:             | polski          |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu    |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (15h)    |
| Liczba punktów ECTS:         | 1               |

### Cele przedmiotu:

Przedmiot obejmuje podstawowe zagadnienia związane z ochroną własności intelektualnej, ze szczególnym uwzględnieniem prowadzenia badań z zakresu szeroko pojętej biotechnologii. Słuchacze zapoznają się z zasadami ochrony wynalazków biotechnologicznych, jak również ochrony odmian roślin oraz prawa autorskiego. Uzyskują także podstawowe informacje dotyczące sposobów komercjalizacji wyników badań i zasad współpracy pomiędzy jednostkami z sektora badań i rozwoju oraz przedsiębiorcami.

### Bibliografia:

- W. Kotarba - Ochrona własności intelektualnej, Oficyna wydawnicza PW, 2012  
 H. Żakowska - Henzler, Ochrona patentowa wynalazków biotechnologicznych. Materiał pomocniczy do wykładów, Oficyna wydawnicza PW, 2008  
 H. Żakowska - Henzler, Wynalazek biotechnologiczny, przedmiot patentu, Scholar, 2006

### Efekty kształcenia:

Po zaliczeniu przedmiotu student nabędzie wiedzę o prawie własności intelektualnej, ze szczególnym uwzględnieniem sposobów ochrony wynalazków biotechnologicznych, ochrony odmian roślin, ochrony know-how i prawa autorskiego. Posiędzie również umiejętności zaklasyfikowania danego rozwiązania bądź wytworu jako konkretnego dobra intelektualnego, przeprowadzenia wstępnych czynności zmierzających do ochrony danego dobra intelektualnego i uniknięcia przedwczesnego ujawnienia, jak również umiejętności stosowania prawa cytatu i rzetelnego poparcia twierdzeń cytatami z literatury. Będzie miał świadomość potrzeby przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania prawa, w tym praw autorskich

### Kryteria oceny:

Uczestnicy zajęć zdają pisemne zaliczenie w formie testu wyboru. Do uzyskania oceny pozytywnej wystarcza uzyskanie 70% pozytywnych odpowiedzi.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

#### I. Zagadnienia wstępne

##### 1. Wykład wstępny - 2 h

- a. Pojęcie i historia własności intelektualnej
- b. rodzaje praw własności intelektualnej, w tym własności przemysłowej i wstępne informacje na temat sposobów ich ochrony

#### II. Ochrona własności przemysłowej w biotechnologii

##### 1. Pojęcie wynalazku i system ochrony patentowej - 2 h

- a. wprowadzenie, ochrona wynalazków w Polsce i na świecie
- b. wynalazek jako rozwiązanie techniczne
- c. wyłączenia z kategorii wynalazków
- d. przesłanki zdolności patentowej - zagadnienia wstępne
- e. patent i licencja oraz sposoby ich uzyskiwania

##### 2. Wynalazek biotechnologiczny na tle klasycznej koncepcji wynalazku - pojęcie - 1 h

- a. wprowadzenie
  - b. wynalazek biotechnologiczny a zakaz patentowania odkryć
  - c. materiał biologiczny jako przedmiot wynalazku
    - ciało ludzkie jako przedmiot wynalazku
  - d. wyłączenia- odmiany roślin i rasy zwierząt, zasadniczo biologiczne sposoby uzyskiwania roślin i zwierząt
3. Wynalazek biotechnologiczny - przesłanki zdolności patentowej - 2 h
- a. nowość
  - b. poziom wynalazczy
  - c. możliwość zastosowania w przemyśle
4. Wynalazek biotechnologiczny - negatywne przesłanki zdolności patentowej -1 h
- a. dobre obyczaje i porządek publiczny jako kryteria oceny wynalazku
  - b. kategorie wynalazków uznanych za nieposiadające zdolności patentowej ze względu na sprzeczność ich wykorzystania z dobrymi obyczajami lub porządkiem publicznym.
5. Dodatkowe prawo ochronne, wygaśnięcie i unieważnienie patentu - 1 h
6. Ochrona odmian roślin - 2 h
- a. wprowadzenie
  - b. pojęcie odmiany i przesłanki jej ochrony
  - c. pojęcie hodowcy,
  - d. zakres prawa do odmiany i wyjątki od niego
  - e. wygaśnięcie i unieważnienie prawa do odmiany
  - f. ochrona odmian a ochrona patentowa wynalazków - porównanie
7. Tajemnice przedsiębiorstwa i know - how - 1 h
- a. pojęcie tajemnicy przedsiębiorstwa i know - how
  - b. sposoby ochrony know - how
  - c. ochrona know - how i wynalazków - zalety i koszty związane z wyborem sposobu ochrony
- III. Prawo autorskie
8. Prawo autorskie i prawa pokrewne - 2 h
- a. przedmiot ochrony - utwór
  - b. podmiot prawa autorskiego
  - c. autorskie prawa osobiste i majątkowe
  - d. dozwolony użytek
  - e. przejście praw majątkowych
  - f. licencje
  - g. ochrona praw autorskich
- IV. Komercjalizacja wyników badań - podstawowe informacje - 1 h
- a. Sposoby komercjalizacji wyników badań,
  - b. formy współpracy między jednostkami naukowymi a przedsiębiorcami
  - c. wybór strategii ochrony
  - d. zasady podziału wyników badań i korzyści z ich eksploatacji.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

Jest to kurs, w którym obok przekazywania podstawowych informacji, nacisk kładzie się na praktyczną stronę ochrony własności intelektualnej w biotechnologii.



**Ochrona środowiska i ekologia**

|                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr Anna Rutkowska-Narożniak    |
| Język wykładowy:             | polski                         |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                   |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + ćwiczenia (15h) |
| Liczba punktów ECTS:         | 3                              |

**Cele przedmiotu:****Wykład:**

Środowiska przyrodnicze - ekosfera jako zbiór ekosystemów naturalnych i poddanych antropopresji. Zasady i pojęcia dotyczące organizacji na poziomie biocenozy. Wpływ czynników antropogenicznych na funkcjonowanie ekosystemów wodnych i lądowych. Degradacja gleb, zanieczyszczenia wód śródlądowych i atmosfery Odpady komunalne: problem ich składowania i unieszkodliwiania. Sozologiczne podstawy kształtowania środowiska życia człowieka. Międzynarodowe konwencje dotyczące ochrony środowiska. Przepisy prawne i organizacja ochrony środowiska w Polsce.

**Ćwiczenia:**

Przygotowanie przez studentów referatów przy wykorzystaniu literatury fachowej (czasopisma, materiały konferencyjne, Internet). Wiodąca tematyka: Różnorodność biologiczna ekosystemów/biocenoz oraz sposoby jej oceny. Rodzaje zanieczyszczeń związane z produkcją rolną, hodowlaną i przemysłową. Systemy monitoringu zanieczyszczeń środowiska. Podstawowe cykle biogeochemiczne pierwiastków, a działalność gospodarcza człowieka.

**Bibliografia:**

Grabińska A i inni, Biologia środowiska, Wydawnictwo Seidel-Przywecki Sp. z o.o Warszawa 2011  
 Weiner J.2003. Życie i ewolucja biosfery. Warszawa. Wydaw. Nauk PWN  
 Lampert W., Sommer U., Ekologia wód śródlądowych, Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa 2001  
 Pullin A.,S.2004. Biologiczne podstawy ochrony przyrody. Warszawa Wydaw. Nauk PWN

**Efekty kształcenia:**

Znajomość problemów związanych z funkcjonowaniem różnych ekosystemów oraz zmian w nich zachodzących pod wpływem czynników naturalnych i antropogenicznych oraz przepisów prawnych i organizacji ochrony środowiska w Polsce i na świecie.

**Kryteria oceny:**

Wykład , zaliczenie

ćwiczenia - zaliczenie ćwiczeń

ocena końcowa (zintegrowana) 0,7 oceny z wykładu + 0,3 oceny z ćwiczeń

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład

1 Wprowadzenie

2 Osobnik, prawo Liebiga, Shelforda, nisza ekologiczna, gatunek, genotyp, populacja - dynamika populacji, interakcje wewnątrz gatunkowe

3 Biocenoza, kategorie taksonomiczne i funkcjonalne, interakcje międzygatunkowe (pozytywne i negatywna

4 Ekosystem, Biotop, siedlisko, sieć i piramida troficzna, przepływ energii, krążenie materii

- 5 Ekosystem cd., sukcesja, fragmentacja siedlisk,
- 6 Ekosystem wodny- właściwości wody jako środowiska życia, jezioro, odwrócona piramida biomasy, trofia, sukcesja, rzeka jako ekosystem
- 7 Bioróżnorodność i jej miary, biologiczne metody oceny jakości wód.
- 8 Biogeocykle
- 9 Ochrona wód, źródła zanieczyszczeń, skutki, podstawowe metody oczyszczania, rekultywacji , metody zapobiegania
- 10 Atmosfera, źródła zanieczyszczeń; skutki dla środowiska- efekt cieplarniany, smog, kwaśne deszcze, dla ludzi -toksyczność gazów, ochrona atmosfery powietrze wewnątrz pomieszczeń
- 11 Gleba -podstawowe definicje, źródła zanieczyszczeń, skutki, podstawowe metody oczyszczania, rekultywacji , metody zapobiegania
- 12 Główne rodzaje zanieczyszczeń związane z produkcją rolną, hodowlaną oraz wytwarzane przez energetykę i różne rodzaje przemysłu. Odpady komunalne: problem ich składowania i unieszkodliwiania. Systemy monitoringu zanieczyszczeń środowiska
- 13 Badania toksykologiczne w ochronie środowiska
- 14 Międzynarodowe konwencje dotyczące ochrony środowiska. Przepisy prawne i organizacja ochrony środowiska w Polsce.
- 15 Kolokwium

#### Ćwiczenia

1. Wprowadzenie w tematykę zajęć, określenia zakresu i sposobu przygotowania poszczególnych tematów (zakres tematyczny jak w treściach merytorycznych; realizacja szczegółowych tematów zmienna w latach ), omówienie wymagań
2. Bałtyk jako ekosystem. Charakterystyka, zagrożenia , ochrona
3. Farmaceutyki w środowisku wodnym - podział leków ze względu na działanie, przemiany w środowisku (również w organizmach), główne źródła emisji farmaceutyków do środowiska, metody eliminacji ze ścieków, ekotoksyczność w stosunku do organizmów wodnych, zagrożenia.
4. Produkty określane przez producentów jako eko. Wieloznaczeniowość pojęcia (sposób wytwarzania, zastosowane surowce i losy po wykorzystaniu, itd.). -dyskusja . Produkty nano (sposoby wytwarzania nanocząstek, klasyfikacja nanomateriałów , zastosowanie nanocząsteczek, toksyczność itd.) -dyskusja
5. Żywność modyfikowana genetycznie (Inżynieria genetyczna - część teoretyczna - metody, cele ) -dyskusja; Klonowanie- dyskusja
6. Ocena jakości wód. Makrofitowy indeks rzeczny - Ćwiczenia praktyczne w podgrupach
- 7-8. Problem odpadów komunalnych (wybrane tereny) -projekt

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Otrzymywanie i badanie membran półprzepuszczalnych stosowanych w biotechnologii, medycynie i analityce

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Andrzej Chwojnowski |
| Język wykładowy:             | polski                                 |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                           |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (20h) + laboratorium (10h)      |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                                      |

### Cele przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z nowoczesnymi metodami rozdziału i oczyszczania substancji organicznych i nieorganicznych rozpuszczonych bądź zawieszonych w wodzie lub innych rozpuszczalnikach, bądź zawieszonych w powietrzu za pomocą membran półprzepuszczalnych. Szczególny nacisk położony jest na rozdział substancji biologicznych (biotechnologia, medycyna) oraz na zastosowaniu membran półprzepuszczalnych w uzdatnianiu wody do celów biotechnologicznych, medycznych, analitycznych, przemysłowych i komunalnych.

Wykład opisuje materiały membranotwórcze oraz sposoby otrzymywania membran s skali laboratoryjnej i technologicznej, nadawanie membranom formy użytkowej, badanie membran, sposoby ich charakteryzacji, sposoby doboru membran do praktycznych zastosowań. Przedstawia przykłady praktycznego wykorzystania rozdziału z wykorzystaniem membran półprzepuszczalnych

### Bibliografia:

- A. Narębska - Membrany i membranowe techniki rozdziału wydawnictwo UMK Toruń 1997  
 M. Bodzek, J. Bohdziewicz k. Konieczny - Techniki membranowe w ochronie środowiska - Wyd. Pol. Śląskiej Gliwice 1997  
 A. Chwojnowski - Półprzepuszczalne membrany polisulfonowe. - Wydawnictwa IBIB PAN Warszawa 2011  
 M. Bodzek, K. Konieczny - Usuwanie zanieczyszczeń nieorganicznych ze środowiska wodnego metodami membranowymi Wyd. Seidek Przywecki Warszawa 2011  
 R. Rautenbach - Procesy membranowe - Wyd. NT, Warszawa 1996

### Efekty kształcenia:

- 1) Znajomość technik i technologii otrzymywania membran półprzepuszczalnych płaskich i kapilarnych
- 2) Praktyczna umiejętność wykonania membran płaskich metodą mokrej inwersji faz
- 3) Znajomość materiałów membranotwórczych
- 4) Znajomość metod badania membran półprzepuszczalnych
- 5) Znajomość praktycznych zastosowań membran półprzepuszczalnych w laboratoriach, służbie zdrowia i przemyśle
- 6) Umiejętność doboru odpowiedniego typu membrany do rozwiązania zagadnień separacyjnych

### Kryteria oceny:

- 1) zaliczenie ćwiczeń laboratoryjnych (udział i przygotowanie sprawozdania ocenionego pozytywnie przez prowadzącego) jest warunkiem dopuszczenia do kolokwium zaliczającego
- 2) Kolokwium zaliczeniowe ma formę odpowiedzi na 20 pytań testowych - otwartych, wymagających odpowiedzi w 3-4 zdaniach. Ocena punktowa w skali 0-3. Łącznie można

zdobyć 60 punktów. Zalicza 35 punktów. W przypadkach niejasnych możliwa jest poprawka ustna.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

1. Wprowadzenie do technologii membran półprzepuszczalnych
  - co to są membrany półprzepuszczalne
  - zasada separacji membranowych
  - mechanizmy separacji membranowych
  - podstawowe techniki membranowe
2. Otrzymywanie membran półprzepuszczalnych
  - materiały membranotwórcze, nieorganiczne i organiczne
  - materiały pomocnicze
  - sposoby otrzymywania membran nieorganicznych
  - sposoby otrzymywania membran organicznych
  - sposoby otrzymywania membran kompozytowych
  - technologiczne aspekty otrzymywania membran płaskich, rurowych, kapilarnych i mikrokapsulek polimerowych
  - Zagrożenia związane z różnymi sposobami otrzymywania membran w skali przemysłowej
3. Badanie membran półprzepuszczalnych
  - wyznaczanie współczynnika przepuszczalności hydraulicznej
  - wyznaczanie granicznej masy molowej dla membran (cut off)
  - wyznaczanie wielkości największego pora za pomocą metody punktu bąbelkowania
  - określanie struktury z wykorzystaniem mikroskopii SEM
4. Otrzymywanie użytkowej formy membran
  - moduły płytowo-ramowe
  - moduły płaskie
  - moduły spiralnie zwijane
  - moduły rurowe, kapilarne i z włókien kanalikowych
5. Użytkowe właściwości membran
  - zasady doboru membran w zależności od przewidywanego procesu
  - regeneracja membran
  - uwarunkowania techniczno ekonomiczne
  - zagrożenia dla membran
  - metoda wstępnej obróbki nadawy
6. Praktyczne wykorzystanie membran w uzdatnianiu wody
  - odsalanie wody na przykładzie wody morskiej
  - odsalanie wód głębinowych (kopalniane, artezyjskie)
  - uzdatnianie wód powierzchniowych z cieków i zbiorników naturalnych
  - ochrona membran RO
  - zastosowanie nanofiltracji
  - usuwanie zanieczyszczeń biologicznych
7. Oczyszczanie ścieków i odcieków z wysypisk i hałd przemysłowych za pomocą membran półprzepuszczalnych
  - skład zanieczyszczeń w ściekach w zależności od pochodzenia
  - stosowane techniki membranowe
  - zagrożenia dla membran, dobór membran, ochrona membran, regeneracja membran
8. Praktyczne zastosowania membran półprzepuszczalnych i mikrokapsulek w biotechnologii medycynie i dziedzinach pokrewnych
  - medycyna (dializa, plazmafereza, afereza, płuco-serce), bio-sztuczne narządy i enkapsulacja
  - farmacja

- bioreaktory i rozdział produktów
- analityka chemiczna i bio-medyczna
- przemysł spożywczy
- technika kosmiczna

9. Ćwiczenia laboratoryjne

- otrzymywanie polisulfonowych membran półprzepuszczalnych metodą mokrej inwersji faz
- przedzenie kapilarnych membran półprzepuszczalnych metodą mokrej inwersji faz
- enkapsulacji drożdży w mikrokapsułkach hydrożelowych

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Podstawy chemii bioorganicznej**

|                              |  |
|------------------------------|--|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Ryszard Ostaszewski |
| Język wykładowy:             | polski                                 |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                           |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (15h)                           |
| Liczba punktów ECTS:         | 1                                      |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest wprowadzenie zagadnień związanych z chemią bioorganiczną, które wykorzystywane są w biotechnologii, chemii organicznej, chemii medycznej, przemyśle chemicznym, farmaceutycznym. Zostanie przedstawiona stereochemia klasyczna, biostereochemia, stereochemia topologiczna w połączeniu z kinetyką reakcji chemicznych i biochemicznych. Kolejne zagadnienia związane będą z katalizą, biokatalizą w aspekcie chemii medycznej, chemii farmaceutycznej. Przedstawione będą oddziaływania złożone: kowalencyjne i niekowalencyjne kwasów nukleinowych z matymi molekułami oraz protein z kwasami nukleinowymi ich wykorzystanie w chemii medycznej.

**Bibliografia:**

- Z. Siemion, Biostereochemia, PWN, 1985  
 Paweł Kafarski, Barbara Lejczak, Chemia Bioorganiczna PWN 1994.  
 G. M. Blackburn, M. J. Gait, Nucleic Acids in Chemistry and Biology, Oxford University Press, 1996.  
 D. S. Goodsell, Our Molecular Nature, Springer-Verlag New York, 1996.

**Efekty kształcenia:**

Umiejętności projektowania przemian chemicznych i biochemicznych do uzyskiwania poszczególnych produktów szczególnie o znaczeniu farmaceutycznym, medycznym i biotechnologicznym. Poznanie złożonych procesów biochemicznych i bioorganicznych oraz ich znaczenie i wykorzystanie na polu chemii organicznej, chemii medycznej i biokatalizie.

**Kryteria oceny:**

Ocena będzie wystawiana na podstawie wyników kolokwium końcowego, aktywności studentów na wykładach oraz przygotowania do poszczególnych wykładów.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

- Podstawy termodynamiczne i kinetyczne badania przebiegu reakcji bioorganicznych:
  - stereochemia statyczna,
  - biostereochemia,
  - stereochemia topologiczna.
  - kinetyka reakcji chemicznej, biochemicznej i enzymatycznej,
  - wpływ budowy stereochemicznej substratu na kinetykę reakcji chemicznej i biochemicznej.
- Oddziaływania międzycząsteczkowe w chemii bioorganicznej
  - wiązania elektrostatyczne,
  - wiązania wodorowe,
  - oddziaływania hydrofobowe,
  - oddziaływania substrat katalizator a szybkość reakcji chemicznych i biochemicznych,
- Wybrane zagadnienia kinetyki reakcji biochemicznych
  - budowa biokatalizatorów,

- kinetyka reakcji jednego i wielu substratów,
  - wpływ struktury substratu i biokatalizatora na przebieg reakcji, reakcje stereoselektywne i stereospecyficzne,
  - wpływ struktury substratu na przebieg reakcji chemicznej i biochemicznej w chemii organicznej, chemii medycznej i biotechnologii,
  - implikacje medyczne.
4. Elementy chemicznej syntezy nukleotydów i nukleozydów
- syntezy oligodezoksyrybonukleozydów,
  - syntezy oligorybonukleozydów.
5. Kowalencyjne oddziaływanie kwasów nukleinowych z małymi molekułami
- hydroliza nukleozydów, nukleotydów i kwasów nukleinowych,
  - redukcja nukleozydów,
  - utlenianie nukleozydów, nukleotydów i kwasów nukleinowych,
  - reakcje z nukleofilami,
  - reakcje z elektrofilami.
6. Odwracalne oddziaływanie kwasów nukleinowych z małymi cząsteczkami
7. Oddziaływanie protein z kwasami nukleinowymi
- oddziaływania niespecyficzne,
  - oddziaływania specyficzne.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Podstawy chemii polimerów i biopolimerów**

|                              |                                    |
|------------------------------|------------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Gabriel Rokicki |
| Język wykładowy:             | polski                             |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                       |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)                       |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                                  |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest omówienie podstawowych typów reakcji prowadzących do syntezy związków wielkocząsteczkowych. Scharakteryzowane będą ważniejsze polimery syntetyczne i biopolimery stosowane w medycynie oraz dziedziny ich zastosowań. W wykładzie uwzględnione będą wiadomości na temat polimerów biodegradowalnych i sposobów ich wytwarzania.

**Bibliografia:**

1. red. Z. Florjańczyk, S. Penczek "Chemia polimerów" tom I, II i III, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa, 2001.
2. red. Buddy D. Ratner and Allan S. Hoffman, "Biomaterials Science, an Introduction to Materials in Medicine", Academic Press, London, 1996.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć wiedzę na temat podstawowych typów polireakcji (polimeryzacja rodnikowa, jonowa i koordynacyjna) prowadzących do związków wielkocząsteczkowych,
- rozumieć jak wpływa budowa chemiczna i krystaliczność na właściwości polimerów,
- mieć podstawową wiedzę na temat polimerów stosowanych w medycynie oraz polimerów biodegradowalnych i sposobów ich wytwarzania.

**Kryteria oceny:**

Pisemny egzamin testowy

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Plan przedmiotu:

1. Podstawowe pojęcia i definicje stosowane w chemii polimerów, nazewnictwo.
2. Ciężar cząsteczkowy polimerów, współczynnik dyspersyjności, metody oznaczania,
3. Mikrostruktura polimerów. Izomeria, taktyczność, sposoby określania mikrostruktury polimerów. Konformacje makromolekuł, sztywność cząsteczek, temperatura zeszklenia, temperatura topnienia krystalitów, temperatura mięknięcia.
4. Krystaliczność polimerów, polimery amorficzne, polimery ciekłokrystaliczne.
5. Polimery liniowe, rozgałęzione, silnie rozgałęzione, dendrymery, polimery usieciowane, elastomery, elastomery termoplastyczne.
6. Przegląd podstawowych typów polireakcji prowadzących do związków wielkocząsteczkowych. Uwarunkowania termodynamiczne polireakcji.
7. Polimery otrzymywane z udziałem organizmów żywych. Metody modyfikacji polimerów naturalnych i syntetycznych.
8. Przegląd ważniejszych polimerów i biopolimerów, podstawowe właściwości i dziedziny zastosowań.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Podstawy kosmetologii**

|                              |                          |
|------------------------------|--------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Justyna Żerańska |
| Język wykładowy:             | polski                   |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu             |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)             |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                        |

**Cele przedmiotu:**

Podstawy kosmetologii to przedmiot, w ramach którego omawiane są zagadnienia prawne związane z funkcjonowaniem branży kosmetycznej na rynkach Unii Europejskiej. Omawiane są zagadnienia dotyczące form fizykochemicznych produktów funkcjonujących na rynku oraz proces tworzenia produktu uwzględniający badania jakim podlega produkt przed wdrożeniem do obrotu. Przedmiot uwzględnia omówienie budowy skóry oraz jej fizjologii. Cery problemowe i produkty, surowce im dedykowane, ochrona przeciwsłoneczna, proces starzenia skóry i szereg teorii go wyjaśniających to kolejne tematy poruszane w trakcie zajęć. Dodatkowo studenci zapoznawani są z technikami wspomagającymi transport przezskórny substancji oraz z tematem kosmetyki profesjonalnej.

**Bibliografia:**

M. Noszczyk, Kosmetologia pielęgnacyjna i lekarska, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, wydanie I, Warszawa 2010  
 W. Placek, Kosmetologia i farmakologia skóry, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, wydanie I, Warszawa 2007  
 Z. Adamski, A. Kaszuba, Dermatologia dla kosmetologów, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Medycznego im. JK. Marcinkowskiego w Poznaniu, Poznań 2008  
 L.D. Rhein, J.W. Fluhr, Starzenie skóry, Aktualne strategie terapeutyczne, Redakcja wydania I polskiego, Waldemar Placek, MedPharm Polska, Wrocław 2013

**Efekty kształcenia:**

Student zyska wiedzę na temat funkcjonowania przemysłu kosmetycznego, będzie umiał sprawdzić czy produkt spełnia kryteria wymagane przez prawo oraz zaprojektować proces tworzenia produktu.

**Kryteria oceny:**

Ocena końcowa jest zależna od wyniku uzyskanego na teście jednokrotnego wyboru.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

- Przepisy prawne dotyczące kosmetyków w Polsce i w Unii Europejskiej
  - omówienie Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady WE 1223/2009
- Formy fizykochemiczne produktów kosmetycznych
  - różne formy kosmetyków - podział kosmetyków
  - podstawowe grupy funkcyjne występujące w kosmetykach - związki powierzchniowo czynne - emulgatory, konserwanty, filtry, przeciwutleniacze, barwniki i pigmenty
  - rodzaje emulsji, stabilność
  - kompozycje zapachowe
  - pudry, fluidy
  - aerozole
- Budowa i funkcje skóry, typy skóry, cera problemowa
  - cera naczynekowa
  - cera trądzikowa i z trądzikiem różowatym

- cera z przebarwieniami
- cera wrażliwa i alergiczna
- 4. Starzenie się organizmu i skóry
- 5. Substancje stosowane w kosmetykach
- 6. Słońce i ochrona przeciwsłoneczna
- 7. Kosmetologia profesjonalna
- 8 i 9. Metody badań kosmetyków: in vitro, ex vivo, in vivo
- 10. Przenikanie przez skórę, systemy nośnikowe.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Podstawy technologii leków i biocydów**

|                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Tadeusz Zdrojewski |
| Język wykładowy:             | polSKI                     |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu               |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)               |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                          |

**Cele przedmiotu:**

Wykład ma wprowadzić słuchaczy w zagadnienia związane ze specyfiką produkcji leków i pestycydów. Produkcje te mają wiele cech wspólnych, poczynając od używanych surowców, a kończąc na gotowym produkcie. Niemniej jednak istnieją zasadnicze różnice wynikające z rodzaju związków aktywnych, tonażu produkcji oraz stosowanych form użytkowych. Przedstawione będą ogólne wiadomości o kierunkach działania i właściwościach stosowanych substancji czynnych oraz ich klasyfikacje. Omówione będą podstawowe surowce, metody syntezy wybranych grup związków i technologie produkcji niektórych substancji czynnych. Przedstawione zostaną zależności pomiędzy budową i działaniem biologicznym. Wykład składa się z dwóch części - cz. Leki (prowadzący dr inż. T. Zdrojewski) i cz. Biocydy (prowadzący dr inż. Zbigniew Ochal).

**Bibliografia:**

- G. Patrick, „Chemia leków”, PWN, Warszawa 2004  
 A. Zejc, M. Gorczyca, „Chemia leków”, PZWL, Warszawa 2004  
 R. Silverman, „Chemia organiczna w projektowaniu leków”, WNT, Warszawa 2004  
 M. Biziuk, „Pestycydy, występowanie, oznaczanie i unieszkodliwianie”, WNT, Warszawa 2001  
 T. A. Unger, „Pesticide Synthesis Handbook”, Noyes Publications, N.Y. USA, 2002.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- posiadać podstawową wiedzę z zakresu technologii leków i biocydów,
- mieć pojęcie o kierunkach działania i właściwościach stosowanych substancji czynnych, ich klasyfikacjach, oraz zależnościach pomiędzy budową i działaniem biologicznym związków chemicznych,
- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat aktualnych kierunków rozwoju technologii związków biologicznie czynnych i przemysłu biotechnologicznego,
- posiadać podstawową wiedzę dotyczącą transferu technologii chemicznych oraz komercjalizacji wyników badań, w tym zagadnień ochrony własności intelektualnej i prawa patentowego.

**Kryteria oceny:**

Zaliczenie pisemne po zakończeniu każdej części (2 x15 pkt.=30 pkt; zal. od 16 pkt; skala ocen: 2: 0-15 pkt.; 3.0-5.0 16-30 pkt. ze skokiem 0.5 stopnia/3 pkt.)

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

- I. Podstawowe kryteria klasyfikacji leków 1h
- II. Docelowe obiekty działania leków 2h
- III. Odkrycie leku - naturalne i syntetyczne źródła związków wiodących 2h
- IV. Zależność między strukturą i aktywnością 1h
- V. Cele i strategie projektowania leków 1. Strategia upraszczania 2. Strategia rozbudowy 2h
- VI. Synteza analogów, zastosowanie syntezy kombinatorycznej i syntezy na nośnikach

stałych 1h

VII. Problemy związane z syntezą i powiększaniem skali 1h

VIII. Problemy prawne Ochrona patentowa, leki generyczne 1h

IX. Przykłady syntez wybranych leków - reprezentantów głównych grup terapeutycznych 4h

X. Klasyfikacja biocydów, cechy i wymagania dotyczące stosowanych środków 2h

XI. Środki dezynfekcyjne i konserwanty 2h

XII. Fungicydy układowe i kuratywne, sposób działania, syntezy przemysłowe 3h

XIII. Wybrane zoocydy syntetyczne i naturalne, podział, mechanizmy działania, otrzymywanie w skali przemysłowej 3h

XIV. Herbicydy oraz regulatory wzrostu i rozwoju roślin, mechanizmy działania, synteza substancji aktywnych

i wytwarzanie form użytkowych 3h

XV. Wybrane alkaloidy i antybiotyki stosowane jako biocydy 2h

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Procesy przenoszenia masy i energii

|                              |                                    |
|------------------------------|------------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Eugeniusz Molga |
| Język wykładowy:             | polski                             |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | egzamin                            |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + ćwiczenia (15h)     |
| Liczba punktów ECTS:         | 3                                  |

### Cele przedmiotu:

Przedmiot składa się z wykładu i ćwiczeń audytoryjnych. Celem wykładu jest zapoznanie studentów z podstawami teorii procesów przenoszenia energii i masy oraz w niewielkim zakresie podstawami procesu przenoszenia pędu. Na ćwiczeniach audytoryjnych student zapozna się z metodami stosowanymi w obliczeniach rozkładów (profilu) prędkości, temperatury i stężeń w typowych układach i aparatach (procesach) spotykanych w biotechnologii.

### Bibliografia:

- R. Zarzycki, Wymiana ciepła i ruch masy w inżynierii środowiska, WNT, Warszawa, 2010  
 J.R. Welty, C.E. Wicks, R.E. Wilson, G.L. Rorrer, Fundamentals of Momentum, Heat and Mass Transfer, J. Wiley & Sons, Inc. New York, 2007  
 R.B. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lightfoot, Transport Phenomena”, J. Wiley & Sons, Inc. New York, 2001  
 P.M. Doran, Bioprocess Engineering Principles, Elsevier Sci. and Technology Books, 1995  
 R. Pohorecki, S. Wroński, Kinetyka i termodynamika procesów inżynierii chemicznej, WNT, 1979

### Efekty kształcenia:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat metod opisu procesów przenoszenia pędu, energii oraz masy,
- posiadać umiejętność samodzielnego zapoznania się z wybranym zagadnieniem na podstawie dostępnych źródeł literaturowych,
- posiadać umiejętność opisu procesów molekularnego i konwekcyjnego przenoszenia pędu, energii i masy.

### Kryteria oceny:

Zaliczenie przedmiotu stanowi ocena zintegrowana, na którą składają się: - ocena z egzaminu zaliczającego wykład oraz - ocena z kolokwium zaliczającego ćwiczenia audytoryjne.

### Szczegółowe treści merytoryczne:

Wykład stanowi kompendium wiedzy dotyczącej zjawisk przenoszenia energii i masy, poszerzone o podstawowe informacje dotyczące przenoszenia pędu.

Zakres wykładanego materiału obejmuje:

- znaczenie i występowanie procesów przenoszenia pędu, energii i masy,
- molekularne przenoszenie pędu (ruch laminarny),
- klasyfikacja płynów (właściwości reologiczne)
- przepływy w przewodach o prostej geometrii,
- molekularne przenoszenie energii (przewodzenie ciepła),
- molekularne przenoszenie masy (dyfuzja),
- konwekcyjne przenoszenie ciepła (konwekcja naturalna i wymuszona),
- konwekcyjne przenoszenie masy,

- przenoszenia ciepła i przenoszenia masy w prostych układach geometrycznych, w układach homogenicznych oraz w układach wielofazowych z udziałem kropli, pęcherzy i drobnoziarnistego ciała stałego.

Ćwiczenia audytoryjne mają na celu praktyczne stosowanie przekazanej wiedzy do rozwiązywania i obliczania typowych przypadków spotykanych w biotechnologii.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Projektowanie procesów biotechnologicznych

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Ludwik Synoradzki                  |
| Język wykładowy:             | polski  |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu  |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (15h) + projekt/laboratorium komputerowe (45h) |
| Liczba punktów ECTS:         | wykład 1 pkt + projekt 3 pkt.                         |

### Ogólny opis przedmiotu:

#### WYKŁAD

Celem wykładu jest przedstawienie metodyki opracowywania technologii procesów chemicznych i biochemicznych w sposób kompleksowy, umożliwiający projektowanie i wdrażanie tych procesów w skali przemysłowej. Przedstawia się optymalną organizację cyklu badawczo-projektowo-wdrożeniowego oraz rolę projektu technologicznego w realizacji inwestycji przemysłowej. Waga podstawowych wyborów: koncepcji chemicznej czy biochemicznej, koncepcji technologicznej, skali produkcji. Podział na procesy i operacje jednostkowe. Elementy projektu procesowego, takie jak: schemat ideowy (block diagram), bilans masowy i cieplny, dobór aparatury, schemat technologiczny (flow sheet), opis przebiegu procesu, automatyzacja, zagrożenia i bezpieczeństwo pracy, kontrola analityczna, ochrona środowiska, korozja i materiałoznawstwo, założenia dla branż projektowych. Cykl realizacji inwestycji przemysłowej, ekonomika procesu, dojrzałość technologii do wdrożenia.

Specyficzne przykłady realizacji procesów biotechnologicznych. Biosynteza przemysłowa - antybiotyki, enzymy: bioreaktory, wytwarzanie i wyodrębnianie produktów. Specyfika projektowania produkcji farmaceutycznych (procedury rejestracji leków, GMP). Podkreśla się potrzebę wykorzystania do projektowania technologicznego wiedzy zdobytej na wcześniejszych latach studiów. Wskazuje się na sposoby „myślenia technologicznego” i podejmowania decyzji.

#### Spis polecane literatury:

1. E. Bortel, H. Koneczny, Zarys technologii chemicznej, PWN, Warszawa, 1992.
  2. red. W. Bednarski, J. Fiedurek, Podstawy biotechnologii przemysłowej, WNT, Warszawa 2007
  3. L. Synoradzki, i inni, Projektowanie procesów technologicznych, I-IV, OWPW, 2010.
  4. N. G. Anderson, Practical Process Research and Development, Academic Press, 2012.
- K. Szewczyk, Technologia biochemiczna, OWPW PW, 2003

#### Kryteria oceny:

egzamin pisemny

#### Efekt kształcenia:

Po ukończeniu kursu student powinien:

- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat projektowania technologii syntezy (bio)chemicznej,
- znać elementy projektu procesowego oraz organizację prac badawczo-projektowo-wdrożeniowych
- umieć wybrać właściwą koncepcję technologiczną dla prostej syntezy chemicznej,
- mieć ogólną wiedzę teoretyczną na temat zagrożeń dla ludzi i środowiska związanych z technologiami chemicznymi,

#### Szczegółowe treści merytoryczne:

- |   |       |
|---|-------|
| 1. Kompleksowość projektowania procesu technologicznego | 0,5 h |
| 2. Cykl realizacji inwestycji przemysłowej              | 0,5 h |

- 2.1. Podstawowe dokumenty
- Opis Metody Technologicznej (OMT) (na podst. badań laborat., ewent. półtechn.)
  - Założenia do Projektu Procesowego (ZPP) (opis metody technologicznej i koncepcja instalacji docelowej)
  - Projekt Procesowy (PP) (branża technologiczna, projekt instalacji technologicznej, inne branże projektowe)
  - Projekt budowlany (PB) (podstawowy dokument formalno-prawny)
  - Projekt Techniczny (PT)
- 2.2. Budowa instalacji
- 2.3. Rozruch, eksploatacja
- 3. ORGANIZACJA CYKLU BADAWCZO-PROJEKTOWO-WDROŻENIOWEGO 0,5 h**
- 3.1. Podział cyklu na etapy (laboratorium, MIM, półtechnika, instalacja przemysłowa) i fazy (projektowanie, budowa aparatury, badania, produkcja)
- 3.2. Rola technologa jako badacza i organizatora opracowywania technologii
- 3.3. Współpraca: badacz-projektant-przemysłowiec
- 3.4. Zasady przejścia od laboratorium do instalacji przemysłowej (opłacalność, praca zespołowa, twórcze alternatywne rozwiązywanie problemów)
- 3.5. Właściwości substancji dla potrzeb projektowania
- 4. KONCEPCJA BIOTECHNOLOGICZNA wybór metody syntezy 6 h**
- 4.1. Rozeznanie literaturowo-patentowe
- 4.2. Zagadnienia własności intelektualnej, ochrona patentowa genów
- 4.3. Dobór organizmu
- 4.4. Szlaki metaboliczne
- 4.5. Genetyczne modyfikacje szczepów
- 4.6. Przewaga konkurencyjna metod biotechnologicznych
- 4.7. Zasady biotechnologiczne
- 4.8. Wybór sposobu syntezy porównanie metod biochemicznych i chemicznych
- 4.9. Problemy projektowe na różnych etapach procesu biosynteza vs wyodrębnianie produktu
- 4.10. Wybór rodzaju procesu (periodyczny, ciągły, procesy i operacje jednostkowe)
- 4.11. Planowanie eksperymentów, modelowanie i optymalizacja procesu
- 4.12. Powiększanie skali (sprawdzanie rozwiązań technicznych i powtarzalności wyników)
- 4.13. Wykorzystanie nieprzereagowanych substratów (zawroty) i produktów ubocznych (technologie towarzyszące)
- 4.14. Wielkość, wady i zalety instalacji ułamkowo-technicznych
- 5. PODSTAWOWE ELEMENTY PROJEKTU PROCESOWEGO 2 h**
- 5.1. Program produkcji, założenia zasadnicze
- 5.2. Uzasadnienie wyboru i opis metody technologicznej (istota procesu)
- 5.3. Schemat ideowy (analiza wybranej metody),
- 5.4. Bilans masowy (straty, bilans Sankeya, normy zużycia, przykład negatywny na zawroty)
- 5.5. Dobór aparatury (aparaty podstawowe i pomocnicze, harmonogram czasowy, związki z inżynierią chemiczną i procesową)
- 5.6. Schemat technologiczny (podział na węzły i linie technologiczne, opis przebiegu procesu)
- 5.7. Bilans cieplny (założenia, charakterystyka mediów)
- 6. INNE ZAGADNIENIA TECHNOLOGICZNE W PROJEKTOWANIU 2 h**
- 6.1. Automatyzacja (założenia do PiA na schemacie, komputerowa obsługa procesu)
- 6.2. Zagrożenia i bezpieczeństwo (pożar, wybuch, zatrucie, elektryczność statyczna)
- 6.3. Kontrola analityczna procesu
- 6.4. Ochrona środowiska (atmosfera, ścieki, odpady stałe; minimalizacja/wykorzystanie odpadów, produkcje bezodpadowe)
- 6.5. Materiałoznawstwo (korozja, erozja)
- 6.6. Założenia dla branż projektowych
- 7. SPECYFICZNE PRZYKŁADY PROCESÓW BIOTECHNOLOGICZNYCH 2h**
- 7.1. Biosynteza przemysłowa - antybiotyki, enzymy: bioreaktory, wytwarzanie i wyodrębnianie produktów.



- 7.2. Specyfika projektowania produkcji farmaceutycznych (rejestracja leków, GMP).  
7.3. Inne przykłady procesów biotechnologicznych (insulina ludzka, naturalny BAO).
- 8. EKONOMIKA PROCESU (ANALIZA OPLACALNOŚCI) 1 h**
- 8.1. Metoda kolejnych korekt  
8.2. Techniczny koszt wytwarzania (TKW)  
8.3. Cena produktu  
8.4. Koszt inwestycji
- 9. DOJRZAŁOŚĆ PROCESU DO WDROŻENIA(ryzyko, popełniane błędy) 0,5 h**

### PROJEKT/LABORATORIUM KOMPUTEROWE

#### Ogólny opis przedmiotu:

Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do wykorzystywania komputera przy opracowywaniu założeń do projektu procesowego. Przewidziano komputerowe wspomaganie wszystkich niezbędnych etapów projektowania procesu (bio)technologicznego.

W ramach tematów zaproponowanych przez wykładowców z Zakładu Technologii i Biotechnologii Środków Leczniczych (np. otrzymywania enancjomerów kwasu mlekowego w bakteriach, otrzymywania 2-fenylloetanolu z użyciem drożdży, otrzymywania zeaksantyny w hodowli wgłębnej) studenci zajmą się poszukiwaniem informacji naukowych, patentowych i technicznych, zapoznaniem się z programami użytkowymi do: pisania wzorów i równań chemicznych oraz wykonywania schematów i bilansów będących elementami projektu procesowego.

Efektem finalnym będzie opracowanie przez studentów założeń do projektu procesowego, których najważniejsze elementy będą prezentowane i oceniane podczas wystąpienia końcowego.

#### Spis polecane literatury:

5. E. Bortel, H. Koneczny, Zarys technologii chemicznej, PWN, Warszawa, 1992.
6. red. W. Bednarski, J. Fiedurek, Podstawy biotechnologii przemysłowej, WNT, Warszawa 2007
7. L. Synoradzki, i inni, Projektowanie procesów technologicznych, I-IV, OWPW, 2010.
8. N. G. Anderson, Practical Process Research and Development, Academic Press, 2012.
9. Instrukcje obsługi stosowanych programów komputerowych.

#### Kryteria oceny:

Opracowanie założeń do projektu procesowego; przygotowanie i wygłoszenie prezentacji dotyczącej projektu.

#### Wymagane podstawy:

Grafika inżynierska, Informatyka

**Efekt kształcenia:**

Po ukończeniu kursu student powinien:

- umieć pozyskiwać informacje naukowe ze źródeł elektronicznych.
- umieć wykorzystać zaawansowaną wiedzę informatyczną w praktyce technologicznej,
- umieć wykonać założenia do projektu prostej instalacji technologicznej przemysłu chemicznego,

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

|   |             |
|---|-------------|
| <b>1. Badania literaturowe, patentowe, techniczne</b>   | <b>1 h</b>  |
| <b>2. Wzory i równania chemiczne</b>  | <b>1 h</b>  |
| 2.1. Pisanie wzorów i równań chemicznych ( <i>ChemSketch</i> )  |             |
| <b>3. Podstawowe elementy projektu technologicznego</b>   | <b>20 h</b> |
| 3.1. Rysowanie schematu ideowego ( <i>ChemSketch</i> )  | 2 h         |
| 3.2. Tworzenie tabelarycznego bilansu masowego ( <i>MS Excel</i> )  | 2 h         |
| 3.3. Rysowanie wykresu Sankeya ( <i>AutoCAD</i> )   | 6 h         |
| 3.4. Rysowanie schematu technologiczno-pomiarowego (wzorce symboli aparatów chemicznych i elementów aparatury pomiarowej i automatyki) ( <i>AutoCAD</i> )   | 6 h         |
| 3.5. Rysowanie wykresu Gantta ( <i>MS Excel</i> )   | 2 h         |
| 3.6. Obliczanie technicznego kosztu wytworzenia ( <i>MS Excel</i> )   | 2 h         |
| <b>4. Opracowanie założeń do projektu procesowego</b>   | <b>21 h</b> |
| Studenci (w grupach) wyszukują informacje i w uzgodnieniu z prowadzącym przygotowują:   |             |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>– omówienie źródeł literaturowych i patentowych;</li> <li>– analizę i wybór koncepcji (bio)chemicznej i technologicznej;</li> <li>– istotę procesu technologicznego (schemat ideowy);</li> <li>– charakterystyka produktów, półproduktów i surowców (wymagania techniczne, normy);</li> <li>– bilans masowy, wykres Sankeya;</li> <li>– zagospodarowanie odpadów (stałe i ciekłe, ścieki, zanieczyszczenia atmosfery, wskaźniki, utylizacja);</li> <li>– zagadnienia bhp i ppoż związane z procesem;</li> <li>– dobór materiałów konstrukcyjnych aparatów (korozja);</li> <li>– kontrolę analityczną procesu;</li> <li>– schemat technologiczny (instalacji w skali technicznej);</li> <li>– opis przebiegu procesu;</li> <li>– oszacowanie wielkości aparatury w skali technicznej (wielkość szarż, harmonogramy czasowe, wykres Gantta);</li> <li>– wymagania dla aparatury kontrolno-pomiarowej;</li> <li>– zagadnienia energetyczne (bilans, media grzewcze i/lub chłodzące);</li> <li>– ocena ekonomiki procesu</li> <li>– ocena ryzyka powiększania skali</li> </ul> |             |
| <b>5. PREZENTACJA projektu, dyskusja, ocena</b>   | <b>2 h</b>  |

**Przedsiębiorczość innowacyjna**

|                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Marek Marcinek |
| Język wykładowy:             | polski                      |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)                |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                           |

**Cele przedmiotu:**

Zajęcia mają na celu wykształcenie wśród Studentów proaktywnej biznesowo postawy zmierzającej docelowo do bardziej świadomego kształtowania własnej ścieżki zawodowej w tym także zakładania własnych firm.

**Bibliografia:**

R. Cieślak Przedsiębiorczość dla ambitnych. Jak uruchomić własny biznes, WAIP, Warszawa, 2010.

[www.seipa.edu.pl](http://www.seipa.edu.pl)

bieżące wydawnictwa i periodyki dotyczące życia gospodarczego.

**Efekty kształcenia:**

1. Student posiadać wiedzę dotyczącą najważniejszych aspektów związanych z zakładaniem oraz prowadzeniem własnej działalności gospodarczej.
2. Student uzyska dostęp i nauczy się posługiwać narzędziami, dzięki którym będzie mógł dokonać rzetelnej oceny pomysłu biznesowego oraz wykonać wstępny biznes-plan. Zajęcia kształtują również umiejętność pracy w grupie.
3. Publiczna prezentacja wyników prac grup ma umożliwić studentom sprawdzenie swoich umiejętności w zakresie tworzenia prezentacji multimedialnych i ich prezentacji na szerszym forum.
4. Student będzie potrafił przeprowadzić analizę Wstępnej Koncepcji Biznesu.
5. Potrafi współpracować i pracować w grupie

**Kryteria oceny:**

Wykład + konwersatorium - zaliczenie pisemne - test

**Szczegółowe treści merytoryczne:**Tematy zajęć w formie wykładu:

1. Przedsiębiorczość a skutki globalizacji i konkurencji międzynarodowej;
2. Przedsiębiorczość w Polsce - szanse i bariery rozwoju;
3. Cechy i umiejętności liderów, zespoły założycielskie, specyfika problemów kadrowych, kultura organizacyjna;
4. Od pomysłu do wstępnej koncepcji biznesu i biznesplanu, fazy realizacji przedsięwzięcia biznesowego;
5. Źródła finansowania, składanie finansowania nowego biznesu, fundusze UE jako źródło finansowania przedsięwzięć biznesowych;
6. Wybór formy prawnej dla nowego przedsięwzięcia;
7. Księgowość, planowanie podatkowe;
8. Marketing w firmie, nawiązanie podstawowych kontaktów biznesowych, promocja nowego biznesu;
9. Istota biznesowa franczyzy i jej specyfika;
10. Przedsiębiorczość międzynarodowa;
11. Specyfika nowych przedsięwzięć technologicznych; elementy prawa własności przemysłowej;

12. Specyfika przedsiębiorczości w sektorach związanych z wybraną branżą
13. Rozruch działalności nowej firmy - trudności i zagrożenia, platforma stabilnego biznesu.

Treść części warsztatowej zajęć:

Zajęcia projektowe (warsztaty) - praca studentów w grupach 3-5-osobowych: 1. Praca z narzędziem (tzw. Ewaluatorem) pozwalającym na wyłonienie najlepiej rokującego pomysłu biznesowego w każdej z grup; 2. Stworzenie Wstępnej Koncepcji Biznesu (WKB) dla wybranego pomysłu 3. Praca nad prezentacją wyników prac każdej z grup (stworzenie prezentacji Power Point) i jej publiczne wygłoszenie i ocena na zajęciach końcowych.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Przygotowanie pracy dyplomowej inżynierskiej**

|                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: |                           |
| Język wykładowy:             | <b>polski</b>             |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | <b>bez egzaminu</b>       |
| Rodzaj zajęć:                | <b>laboratorium (90h)</b> |
| Liczba punktów ECTS:         | <b>15</b>                 |

**Cele przedmiotu:**

Student przedstawia egzemplarz inżynierskiej pracy dyplomowej, do napisania której wykorzystuje: zebraną literaturę, opracowane wyniki pracy laboratoryjnej, konsultacje z kierującym pracą dyplomową.

**Bibliografia:****Efekty kształcenia:**

Student, który zaliczył przedmiot:

- uzyskał wiedzę teoretyczną konieczną do napisania pracy dyplomowej tj. opisu otrzymywania/analizy/działania związku aktywnego biologicznie (grupy takich związków) lub badania wybranego procesu biotechnologicznego lub biochemicznego,
- potrafi pozyskiwać informacje (a także interpretować i oceniać ich wartość) potrzebne do realizacji tematu pracy dyplomowej z literatury, baz danych i innych źródeł,
- potrafi przeanalizować i opracować uzyskane rezultaty,
- potrafi pracować samodzielnie zarówno przy redakcji tekstu, jak i przy opracowaniu wyników badań,
- wykazuje inicjatywę w kierunku poszerzania swojej wiedzy oraz planowaniu przyszłych badań związanych z tematyką pracy dyplomowej.

**Kryteria oceny:**

Recenzje pracy inżynierskiej

**Szczegółowe treści merytoryczne:****Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

## Seminarium dyplomowe

|                              |                                  |
|------------------------------|----------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | <b>Kierownik Katedry/Zakładu</b> |
| Język wykładowy:             | <b>polski</b>                    |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | <b>bez egzaminu</b>              |
| Rodzaj zajęć:                | <b>seminarium (30h)</b>          |
| Liczba punktów ECTS:         | <b>2</b>                         |

### Cele przedmiotu:

W ramach seminarium student powinien:

- przygotować i wygłosić prezentację na temat wyników realizowanej przez siebie pracy dyplomowej,
- zapoznać się z aktualną tematyką prac badawczych prowadzonych w zakładzie dyplomującym.

### Bibliografia:

#### Efekty kształcenia:

Student, który zaliczył przedmiot:

- ma ogólną wiedzę teoretyczną z zakresu biologii, biotechnologii, chemii, fizyki, matematyki i in., a także wiedzę specjalistyczną związaną z tematyką pracy dyplomowej w stopniu umożliwiającym opracowanie wyników badań własnych i przedstawienie prezentacji dla studentów specjalności
- potrafi z literatury, baz danych i innych źródeł pozyskiwać (a także interpretować i oceniać wartość) informacje potrzebne do przygotowania prezentacji związanej z wykonywaną pracą dyplomową
- potrafi wygłosić na forum publicznym prezentację związaną z wykonywaną pracą dyplomową, uzupełniając ją o elementy popularyzujące badaną tematykę, a także poprowadzić dyskusję po prezentacji (w roli specjalisty)
- zapoznaje się z tematyką prac badawczych prowadzonych w zakładzie dyplomującym, aktywnie uczestniczy w dyskusjach w czasie prezentacji innych studentów / zaproszonych gości
- wykazuje krytyczną samoocenę zasobu swojej wiedzy i umiejętności, potrafi określić swoje mocne i słabe strony, wykazuje samodzielność w zakresie rozwijania umiejętności i poszerzania wiedzy, a także wytyczania i realizacji celów w krótkim i długim horyzoncie czasowym.

### Kryteria oceny:

zaliczenie

### Szczegółowe treści merytoryczne:

### Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):

**Systemy zapewniania jakości**

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Małgorzata Jaworska,<br>prof. PW |
| Język wykładowy:             | polski  |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                                  |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (15h) + projekt (30h)                  |
| Liczba punktów ECTS:         | 3   |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest omówienie podstawowych zasad zapewniania jakości w produkcji oraz w trakcie wykonywania badań w laboratorium analitycznym. Wykład rozpoczyna się od omówienia rozwoju systemów zapewniania jakości a następnie omawiane są zagadnienia dotyczące zarządzania jakością w zakładzie przemysłowym. W pierwszej kolejności omawiane są zasady zaprezentowane w normach serii ISO 9000, a następnie zasady zapewniania jakości w środowisku wg norm serii ISO 14000, w zakładach przemysłu spożywczego wg ISO 22000 i HACAP, a także zagadnienia dotyczące GMP. W ramach wykładu przedstawiane są również zasady zapewniania jakości w laboratorium analitycznym zgodne z normą EN ISO/IEC 17025.

Omawiany jest także system certyfikacji/akredytacji w Polsce

**Bibliografia:**

1. Adam Hamrol, „Zarządzanie jakością z przykładami”, PWN, 2008
2. Adam Hamrol, Władysław Mantura „Zarządzanie Jakością. Teoria i praktyka”, PWN, 2008
3. Dennis Lock „Podręcznik zarządzania jakością”, 2002
4. Sławomir Wawak „Zarządzanie jakością: teoria i praktyka”, Helion, 2006
5. Zarządzanie Jakością”, pr. zb. J.Bagiński (red), OWPW, 2005

**Efekty kształcenia:**

Celem wykładu jest zaznajomienie studentów z systemami zapewniania jakości w obszarze produkcji przemysłowej oraz w obszarze badań laboratoryjnych. Wykład zaczyna się od przedstawienia rozwoju teorii zarządzania jakością a następnie przedstawia zasady zarządzania jakością zgodne z normami serii ISO 9000 (zarządzanie przedsiębiorstwem), ISO 14000 (zarządzanie środowiskiem), ISO 22000 i HACAP (zarządzanie środowiskiem w przemyśle spożywczym). Osobo omawiane są zasady zapewniania jakości badań związane z normą EN ISO/IEC 17025. Dodatkowo przedstawione są zagadnienia dotyczące GMP.

**Kryteria oceny:**

Łączna ocena z przedmiotu jest średnią arytmetyczną z pozytywnych ocen uzyskanych z obu części przedmiotu.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

W ramach wykładu omawiane są następujące zagadnienia:

1. Rozwój teorii zarządzania jakością
2. Zarządzanie jakością w przedsiębiorstwie zgodnie z normami serii ISO 9000
3. Zapewnianie jakości badań w laboratorium analitycznym zgodnie z normą EN ISO/IEC 17025
4. Zarządzanie środowiskiem zgodnie z normami serii ISO 14000

5. Zarządzanie jakością w przemyśle spożywczym zgodnie z normą ISO 22000 i zasadami HACAP
6. Zasady GMP
7. Proces certyfikacji/akredytacji w Polsce

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**



**Techniki hodowli mikroorganizmów**

|                              |                             |
|------------------------------|-----------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr inż. Katarzyna Dąbkowska |
| Język wykładowy:             | polski                      |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                |
| Rodzaj zajęć:                | laboratorium (45h)          |
| Liczba punktów ECTS:         | 3                           |

**Cele przedmiotu:**

Pracownia składa się z ćwiczeń, w trakcie których studenci przeprowadzają hodowlę mikroorganizmów. Każda hodowla jest inna: różni się podłożem hodowlanym, warunkami hodowli oraz typem bioreaktora. Laboratorium pozwala na zaznajomienie się studentów z możliwościami hodowli bakterii i grzybów mikroskopowych.

**Bibliografia:**

1. „Podstawy biotechnologii przemysłowej” pod red. W. Bednarskiego i J. Fiedurka, WNT, Warszawa 2007
2. „Technologia biochemiczna” Szewczyk K.W. Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 1998
3. „Mikrobiologia techniczna” pod red. Z. Libudzisz, K. Kowal, Z. Żakowskiej, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2010

**Efekty kształcenia:**

Student zdobywa punkty za sprawozdania i kolokwia z każdego ćwiczenia. Warunkiem zaliczenia pracowni jest uzyskanie ponad połowy punktów z każdego kolokwium. Na podstawie sumy uzyskanych punktów jest wystawiana ocena końcowa.

**Kryteria oceny:**

Student zdobywa punkty za sprawozdania i kolokwia z każdego ćwiczenia. Warunkiem zaliczenia pracowni jest uzyskanie ponad połowy punktów z każdego kolokwium. Na podstawie sumy uzyskanych punktów jest wystawiana ocena końcowa.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Celem przedmiotu jest praktyczne zapoznanie studentów z wybranymi metodami hodowli drobnoustrojów w skali laboratoryjnej.

Program ćwiczeń obejmuje:

- hodowlę okresową wgłębną,
- hodowlę grzybów strzępkowych w podłożach stałych,
- hodowlę bakterii mlekowych w bioreaktorze membranowym.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Technologia organiczna**

|                              |                                     |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | prof. dr hab. inż. Marek Marczewski |
| Język wykładowy:             | polSKI                              |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                        |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h) + ćwiczenia (15h)      |
| Liczba punktów ECTS:         | 3                                   |

**Cele przedmiotu:**

Celem wykładu jest przedstawienie podstawowych źródeł surowców przemysłu chemicznego (rozmieszczenie, dostępność, prognozowane zasoby); przedstawienie właściwości fizycznych i chemicznych ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla kamiennego decydujących o możliwościach ich dalszego przerobu; przedstawienie podstawowych technologii przetwarzania surowców chemicznych w gotowe produkty i półprodukty do dalszych syntez.

Celem ćwiczeń jest zapoznanie studentów z metodami analizy danych fizykochemicznych istotnych dla oceny możliwości realizacji przemysłowej wybranych reakcji chemicznych. Na podstawie przeprowadzonych analiz studenci określają warunki (ciśnienie, temperaturę, stosunki substratów, zawroty strumieni, czas reakcji, rodzaj katalizatora) oraz metody realizacji (rodzaj reaktora, jego wielkość, ilość katalizatora) wybranych procesów technologii chemicznej. W ramach ćwiczeń studenci przygotowują i wygłaszają prezentację na temat wybranego procesu technologicznego.

**Bibliografia:**

1. Technologia chemiczna organiczna. R. Bogoczek, E. Kociłek-Balawejder, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1992.
2. Industrial organic chemicals. H.B. Witcoff, B.G. Reuben, John Wiley&Sons, New York 1996.
3. Industrial organic chemistry. K. Weissermel, H.J. Arpe, VCH, New York 1993.

**Efekty kształcenia:**

Student:

1. zna najważniejsze surowce przemysłu chemicznego oraz procesy służące do ich wstępnego przetwarzania a także najważniejsze procesy technologiczne otrzymywania i przetwarzania olefin i związków aromatycznych;
2. potrafi zdefiniować reakcje będące podstawą procesu technologicznego oraz określić warunki w jakich należy je prowadzić;
3. posiada umiejętność korzystania ze źródeł literaturowych oraz zasobów internetowych dotyczących rozwiązywanego zadania;
4. potrafi przygotować i przedstawić ustną prezentację z zakresu studiowanego zagadnienia;
5. potrafi pracować samodzielnie studiując wybrane zagadnienie oraz wyselekcjonować najważniejsze fakty w celu ich zaprezentowania

**Kryteria oceny:**

Wykład: egzamin pisemny.

Ćwiczenia: kolokwium, przygotowanie i przedstawienie prezentacji.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Wykład:

1. Surowce przemysłu chemicznego: ropa naftowa, węgiel, gaz ziemny. Pochodzenie, skład chemiczny, rozmieszczenie złóż, rezerwy.

2. Przetwarzanie ropy naftowej na frakcje. zastosowanie poszczególnych frakcji. Schemat rafinerii.
3. Procesy petrochemiczne. Hydroodsiarczanie. Proces Clausa.
4. Procesy petrochemiczne. Kraking i reforming.
5. Procesy petrochemiczne. Hydrokraking, izomeryzacja.
6. Procesy petrochemiczne. Alkilowanie olefin izobutanem, oligomeryzacja olefin.
7. Otrzymywanie lekkich olefin. Piroliza.
8. Otrzymywanie długołańcuchowych olefin. Proces SHOP.
9. Przetwarzanie węgla. Koksowanie, zgazowanie. Wydzielanie związków aromatycznych.
10. Przetwarzanie gazu ziemnego. Reforming parowy.
11. Syntezy z udziałem gazu syntezowego. Procesy otrzymywania i karbonylowania metanolu, hydroformylowania olefin, Fischera-Tropscha, Mobil.
12. Syntezy z udziałem etylenu.
13. Syntezy z udziałem propylenu.
14. Syntezy z udziałem benzenu.
15. Surowce odnawialne w technologii chemicznej i katalizie.

**Ćwiczenia:**

1. Analiza termodynamiczna przebiegu prostych i złożonych reakcji chemicznych.
2. Analiza kinetyczna przebiegu elementarnych, następczych i równoległych reakcji chemicznych.
3. Elementy projektowania reaktorów dla przebiegu określonych reakcji chemicznych.
3. Przedstawienie przez studentów przygotowanych prezentacji na temat wybranych procesów technologii organicznej.

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**

**Termodynamika molekularna**

|                              |                                       |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Odpowiedzialny za przedmiot: | dr hab. inż. Tadeusz Hofman, prof. PW |
| Język wykładowy:             | polski                                |
| Forma zaliczenia przedmiotu: | bez egzaminu                          |
| Rodzaj zajęć:                | wykład (30h)                          |
| Liczba punktów ECTS:         | 2                                     |

**Cele przedmiotu:**

Celem zajęć jest rozszerzenie wiadomości z termodynamiki oraz wprowadzenie podstaw termodynamiki statystycznej. Wykład ukierunkowany jest przede wszystkim na opis i przewidywanie właściwości termodynamicznych rzeczywistych mieszanin cieczy i gazów.

**Bibliografia:**

1. T. Hofman, Termodynamika molekularna, Oficyna Wydawnicza PW, Warszawa 2002.
2. T. Hofman, Materiały pomocnicze, [http://www.ch.pw.edu.pl/~hof/termo\\_mole.htm](http://www.ch.pw.edu.pl/~hof/termo_mole.htm).
3. H. Buchowski, Elementy termodynamiki statystycznej, WNT, Warszawa 1998.

**Efekty kształcenia:**

Po ukończeniu przedmiotu student powinien

1. Znać podstawy termodynamiki statystycznej.
2. Znać podstawowe modele opisujące właściwości cieczy i gazów.
3. Umieć wyjaśnić związki pomiędzy właściwościami cząsteczkowymi a makroskopowymi.
4. Umieć znaleźć w źródłach dane termodynamiczne i krytycznie zweryfikować ich dokładność.
5. Potrafić zastosować podstawowe modele termodynamiczne do opisu i przewidywania właściwości.

**Kryteria oceny:**

1. Końcowa ocena opiera się na kolokwium zaliczeniowym i ewentualnie na nieobligatoryjnej pracy semestralnej.
  2. Warunkiem zaliczenia jest uzyskanie przynajmniej 50/100 punktów z kolokwium zaliczeniowego, na którym trzeba pisemnie odpowiedzieć na 3 pytań spośród około 30 z udostępnionej wcześniej listy.
  4. Kolokwium może być poprawiane jeden raz.
  5. Maksymalna ocena, którą można w ten sposób uzyskać to 4,5 (dobry i pół).
  6. Ambitni i pracowici studenci mają możliwość otrzymania wyższego stopnia, ale pod warunkiem wykonania pracy semestralnej.
- Więcej szczegółów znajduje się na stronie internetowej  
<http://www.ch.pw.edu.pl/~hof>.

**Szczegółowe treści merytoryczne:**

Podstawowe dane na temat przedmiotu można znaleźć w informatorze wydziałowym i we wstępie do skryptu [1]. Zajęcia składają się z wykładów, mających częściowo charakter ćwiczeń audytoryjnych. Ich plan przedstawia się następująco

1. Elementy termodynamiki statystycznej - 12 h
  - 1.1 Podstawowe pojęcia
  - 1.2 Oddziaływania międzycząsteczkowe
  - 1.3 Symulacje komputerowe - dynamika molekularna i metoda Monte Carlo
2. Modele cieczy i gazów- 10 h

- 2.1 Równania stanu
- 2.2. Koncepcja udziałów grupowych
- 2.3 Modele siatkowe (atemalny, modele nadmiarowej entalpii swobodnej, model regularny, komórkowy, Flory'ego, dziurowy)
- 3. Ilościowy opis właściwości mechanicznych i termodynamicznych - 6 h
  - 3.1 Właściwości pVT i pochodne
  - 3.2 Funkcje mieszania
  - 3.3 Równowagi fazowe
- 4. Kolokwium zaliczeniowe - 4 h

**Uwagi dodatkowe (opiekuna przedmiotu):**