

**Kierunek chemia pierwszego stopnia: plan studiów, [treści programowe](#) i [efekty uczenia się](#)**

| <b>ROK I / SEMESTR I</b>                      |     |             |    |    |      |                     |                    |             |                                              |
|-----------------------------------------------|-----|-------------|----|----|------|---------------------|--------------------|-------------|----------------------------------------------|
| Nazwa przedmiotu/moduły zajęć                 | O/F | Forma zajęć |    |    |      | Liczba godzin zajęć | Sposób weryfikacji | Punkty ECTS | Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot |
|                                               |     | W           | S  | L  | Inne |                     |                    |             |                                              |
| <a href="#">Podstawy chemii</a>               | O   | 60          | 60 | 60 |      | 180                 | E/Z/Z              | 15          | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Matematyka</a>                    | O   | 60          | 60 |    |      | 120                 | E/Z                | 10          | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Bezpieczeństwo w laboratorium</a> | O   | 15          |    | 15 |      | 30                  | Z/Z                | 2           | Nauki chemiczne                              |
| Kurs BHP                                      | O   |             |    |    | 4    | 4                   | Z                  | 0           |                                              |
| Przedmiot do wyboru*                          | F   |             |    |    |      | 30                  | Z                  | 2           |                                              |
| <b>RAZEM</b>                                  |     |             |    |    |      | <b>364</b>          | <b>2E</b>          | <b>29</b>   |                                              |
| <a href="#">Historia Chemii</a> (PDW-1)       | F   | 30          |    |    |      | 30                  | Z                  | 2           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Człowiek a środowisko</a> (PDW-1) | F   | 30          |    |    |      | 30                  | Z                  | 2           | Nauki chemiczne                              |

\* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny w ramach PDW-1

| <b>ROK I / SEMESTR II</b>                      |     |             |    |    |      |                     |                    |             |                                              |
|------------------------------------------------|-----|-------------|----|----|------|---------------------|--------------------|-------------|----------------------------------------------|
| Nazwa przedmiotu/moduły zajęć                  | O/F | Forma zajęć |    |    |      | Liczba godzin zajęć | Sposób weryfikacji | Punkty ECTS | Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot |
|                                                |     | W           | S  | L  | Inne |                     |                    |             |                                              |
| <a href="#">Chemia analityczna</a>             | O   | 30          | 30 | 60 |      | 120                 | E/Z/Z              | 10          | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Fizyka</a>                         | O   | 30          |    | 45 |      | 75                  | E/Z                | 6           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Chemia kwantowa</a>                | O   | 30          | 30 |    |      | 60                  | E/Z                | 6           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Metody komputerowe w chemii</a>    | O   | 15          |    | 30 |      | 45                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Prawo własności intelektualnej</a> | O   | 15          |    |    |      | 15                  | E                  | 1           | Nauki prawne                                 |
| Przedmiot do wyboru*                           | F   |             |    |    |      | 45                  | Z                  | 4           |                                              |
| <b>RAZEM</b>                                   |     |             |    |    |      | <b>360</b>          | <b>4E</b>          | <b>31</b>   |                                              |

|                                                                          |   |    |   |    |  |    |       |   |                 |
|--------------------------------------------------------------------------|---|----|---|----|--|----|-------|---|-----------------|
| <a href="#">Analiza chemiczna środowiska i materiałów</a> (PDW-2)        | F | 15 |   | 30 |  | 45 | Z/Z   | 4 | Nauki chemiczne |
| <a href="#">Wybrane specjalne techniki w analizie chemicznej</a> (PDW-2) | F | 15 |   | 30 |  | 45 | Z/Z   | 4 | Nauki chemiczne |
| <a href="#">Wstęp do chemii nowoczesnych materiałów</a> (PDW-2)          | F | 30 |   | 15 |  | 45 | Z/Z   | 4 | Nauki chemiczne |
| <a href="#">Podstawy mikroskopii</a> (PDW-2)                             | F | 10 | 5 | 30 |  | 45 | Z/Z/Z | 4 | Nauki chemiczne |

\* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny w ramach PDW-2

**Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 1: 29**

**Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 2: 31**

**Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 1: 364**

**Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 2: 360**

| ROK II / SEMESTR III                                     |     |             |    |    |      |                     |                    |             |                                              |
|----------------------------------------------------------|-----|-------------|----|----|------|---------------------|--------------------|-------------|----------------------------------------------|
| Nazwa przedmiotu/moduły zajęć                            | O/F | Forma zajęć |    |    |      | Liczba godzin zajęć | Sposób weryfikacji | Punkty ECTS | Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot |
|                                                          |     | W           | S  | L  | Inne |                     |                    |             |                                              |
| <a href="#">Chemia nieorganiczna</a>                     | O   | 60          | 30 | 75 |      | 165                 | E/Z/Z              | 13          | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Chemia fizyczna I</a>                        | O   | 30          | 30 | 30 |      | 90                  | E/Z/Z              | 6           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Lektorat</a> (PDW-3)**                       | O   |             | 60 |    |      | 60                  | Z                  | 0           | Nauki chemiczne                              |
| W-F                                                      | O   |             |    |    | 30   | 30                  | Z                  | 0           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Praktyka zawodowa/ Praktyka badawcza</a> *** | O   |             |    |    |      | 60                  | Z                  | 3           |                                              |
| Przedmiot do wyboru*                                     | F   |             |    |    |      | 30                  | Z                  | 3           |                                              |
| RAZEM                                                    |     |             |    |    |      | 435                 | 2E                 | 25          |                                              |
| <a href="#">Analiza minerałów</a> (PDW-4)                | F   | 5           |    | 25 |      | 30                  | Z/Z                | 3           | Nauki chemiczne                              |

|                                                                         |   |    |  |    |  |    |     |   |                 |
|-------------------------------------------------------------------------|---|----|--|----|--|----|-----|---|-----------------|
| <a href="#">Nowe materiały - zastosowania i metody badawcze</a> (PDW-4) | F | 10 |  | 15 |  | 30 | Z/Z | 3 | Nauki chemiczne |
| <a href="#">Analiza śladowa</a> (PDW-4)                                 | F | 10 |  | 20 |  | 30 | Z/Z | 3 | Nauki chemiczne |
| <a href="#">Podstawy spektroskopii</a> (PDW-4)                          | F | 20 |  | 10 |  | 30 | Z/Z | 3 | Nauki chemiczne |

\* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny z PDW-4

\*\*Lektorat z języka nowożytnego do wyboru, w wymiarze 180 godz. (12 ECTS) rozliczany jest do końca 5 semestru, wymagania określone na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.

\*\*\*Do wyboru praktyki przemysłowe lub w instytucjach naukowych

| ROK II / SEMESTR IV                                               |     |             |    |     |      |                     |                    |             |                                              |
|-------------------------------------------------------------------|-----|-------------|----|-----|------|---------------------|--------------------|-------------|----------------------------------------------|
| Nazwa przedmiotu/moduły zajęć                                     | O/F | Forma zajęć |    |     |      | Liczba godzin zajęć | Sposób weryfikacji | Punkty ECTS | Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot |
|                                                                   |     | W           | S  | L   | Inne |                     |                    |             |                                              |
| <a href="#">Chemia organiczna</a>                                 | O   | 60          | 30 | 105 |      | 195                 | E/Z/Z              | 14          | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Chemia fizyczna II</a>                                | O   | 15          | 15 | 45  |      | 75                  | E/Z/Z              | 6           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Zarządzanie laboratorium</a>                          | O   | 15          | 10 | 25  |      | 25                  | E/Z                | 2           | Nauki chemiczne                              |
| Lektorat (PDW-3)**                                                | O   |             | 60 |     |      | 60                  | Z                  | 0           |                                              |
| W-F                                                               | O   |             |    |     | 30   | 30                  | Z                  | 0           |                                              |
| Przedmiot do wyboru*                                              | F   |             |    |     |      | 45                  | Z                  | 5           |                                              |
| <b>RAZEM</b>                                                      |     |             |    |     |      | <b>430</b>          | <b>3E</b>          | <b>27</b>   |                                              |
| <a href="#">English for science and technology</a> (PDW-5)        | F   | 15          | 15 |     |      | 30                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Język angielski w laboratorium chemicznym</a> (PDW-5) | F   | 15          | 15 |     |      | 30                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Zarządzanie chemikaliami</a> (PDW-6)                  | F   | 15          |    |     |      | 15                  | Z                  | 1           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Informacja naukowa w chemii</a> (PDW-6)               | F   | 15          |    |     |      | 15                  | Z                  | 1           | Nauki chemiczne                              |

\* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny z PDW-5 i jeden z PDW-6

\*\*Lektorat z języka nowożytnego do wyboru, w wymiarze 180 godz. (12 ECTS) rozliczany jest do końca 5 semestru, wymagania określone na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.

**Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 3: 25 Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 4: 27**

**Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 3: 435**

**Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 4: 430**

| <b>ROK III / SEMESTR V</b>                                    |     |             |    |    |      |                     |                    |             |                                              |
|---------------------------------------------------------------|-----|-------------|----|----|------|---------------------|--------------------|-------------|----------------------------------------------|
| Nazwa przedmiotu/moduły zajęć                                 | O/F | Forma zajęć |    |    |      | Liczba godzin zajęć | Sposób weryfikacji | Punkty ECTS | Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot |
|                                                               |     | W           | S  | L  | Inne |                     |                    |             |                                              |
| <a href="#">Analityka instrumentalna</a>                      | O   | 30          |    | 45 |      | 75                  | E/Z                | 7           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Podstawy chromatografii</a>                       | O   | 10          |    | 20 |      | 30                  | E/Z                | 3           | Nauki chemiczne                              |
| Lektorat (PDW-3)**                                            | O   |             | 60 |    |      | 60                  | E                  | 12**        |                                              |
| Przedmiot do wyboru*                                          | F   |             |    |    |      | 135                 | Z                  | 12          |                                              |
| <b>RAZEM</b>                                                  |     |             |    |    |      | <b>300</b>          | <b>3E</b>          | <b>34</b>   |                                              |
| <a href="#">Elektrochemia-metody i zastosowania</a> (PDW-7)   | F   | 15          | 30 |    |      | 45                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Oddziaływania niekowalencyjne</a> (PDW-7)         | F   | 10          |    | 35 |      | 45                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Molekularna chemia fizyczna</a> (PDW-7)           | F   | 10          |    | 35 |      | 45                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Spektroskopia ciała stałego</a> (PDW-7)           | F   | 30          |    | 15 |      | 45                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Analiza związków organicznych</a> (PDW-8)         | F   | 11          | 22 | 12 |      | 45                  | Z/Z/Z              | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Elementy syntezy organicznej</a> (PDW-8)          | F   |             | 15 | 30 |      | 45                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Elementy chemii produktów naturalnych</a> (PDW-8) | F   | 15          |    | 30 |      | 45                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Monitoring środowiska</a> (PDW-8)                 | F   | 15          |    | 30 |      | 45                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Spektroskopia elektronowa w praktyce</a> (PDW-8)  | F   | 15          |    | 30 |      | 45                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Sensory chemiczne i biosensory</a> (PDW-8)        | F   | 15          |    | 30 |      | 45                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Analiza matematyczna</a> (PDW-9)                  | F   | 23          | 22 |    |      | 45                  | Z/Z                | 4           | Nauki chemiczne                              |

|                                                                   |   |    |    |  |  |    |     |   |                 |
|-------------------------------------------------------------------|---|----|----|--|--|----|-----|---|-----------------|
| <a href="#">Siły i równowaga w układach molekularnych</a> (PDW-9) | F | 15 | 30 |  |  | 45 | Z/Z | 4 | Nauki chemiczne |
| <a href="#">Symetria w chemii</a> (PDW-9)                         | F | 15 | 30 |  |  | 45 | Z/Z | 4 | Nauki chemiczne |
| <a href="#">Wiązania chemiczne</a> (PDW-9)                        | F | 15 | 30 |  |  | 45 | Z/Z | 4 | Nauki chemiczne |
| <a href="#">Podstawy chemometrii</a> (PDW-9)                      | F | 15 | 30 |  |  | 45 | Z/Z | 4 | Nauki chemiczne |

\* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny z każdego PDW: 7, 8, 9.

\*\* Lektorat z języka nowożytnego do wyboru, w wymiarze 180 godz. (12 ECTS) rozliczany jest do końca 5 semestru, wymagania określone na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.

| ROK III / SEMESTR VI                                                                                                           |     |             |    |    |      |                     |                    |             |                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------|----|----|------|---------------------|--------------------|-------------|----------------------------------------------|
| Nazwa przedmiotu/moduły zajęć                                                                                                  | O/F | Forma zajęć |    |    |      | Liczba godzin zajęć | Sposób weryfikacji | Punkty ECTS | Dyscyplina(y) do której odnosi się przedmiot |
|                                                                                                                                |     | W           | S  | L  | Inne |                     |                    |             |                                              |
| <a href="#">Technologia chemiczna</a>                                                                                          | O   | 30          | 15 | 30 |      | 75                  | E/Z/Z              | 7           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Krystalochemia</a>                                                                                                 | O   | 15          | 15 | 15 |      | 45                  | Z/Z/Z              | 4           | Nauki chemiczne                              |
| Przygotowanie do egzaminu dyplomowego                                                                                          | O   |             |    |    |      |                     | E                  | 5           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Przygotowanie pracy dyplomowej - projekt indywidualny/ Seminarium licencjackie - projekt grupowy</a> **** (PDW-10) | O   |             | 30 |    |      | 30                  | Z                  | 5           | Nauki chemiczne                              |
| Przedmiot do wyboru*                                                                                                           | F   |             |    |    |      | 135                 | Z/E                | 13          |                                              |
| RAZEM                                                                                                                          |     |             |    |    |      | 285                 | 3E                 | 34          |                                              |
| <a href="#">Matematyczna interpretacja danych doświadczalnych</a> (PDW-11)                                                     | F   | 15          | 45 |    |      | 60                  | Z/Z                | 5           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Nowoczesne metody preparatyki nieorganicznej</a> (PDW-11)                                                          | F   | 10          |    | 50 |      | 60                  | Z/Z                | 5           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Struktury i zastosowania związków nieorganicznych</a> (PDW-11)                                                     | F   | 30          | 30 |    |      | 60                  | Z/Z                | 5           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Zielona chemia</a> (PDW-11)                                                                                        | F   | 30          |    | 30 |      | 60                  | Z/Z                | 5           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Biomakromolekuły</a> (PDW-11)                                                                                      | F   | 15          |    | 45 |      | 60                  | Z/Z                | 5           | Nauki chemiczne                              |
| <a href="#">Zaawansowane metody badania materiałów</a> (PDW-11)                                                                | F   | 30          |    | 30 |      | 60                  | Z/Z                | 5           | Nauki chemiczne                              |

|                                                                        |   |    |    |    |  |    |       |   |                                          |
|------------------------------------------------------------------------|---|----|----|----|--|----|-------|---|------------------------------------------|
| <a href="#">Chemia polimerów i biomateriałów</a> (PDW-12)              | F | 15 | 15 | 15 |  | 45 | Z/Z/Z | 4 | Nauki chemiczne                          |
| <a href="#">Metody luminescencyjne w badaniach materiałów</a> (PDW-12) | F | 15 |    | 30 |  | 45 | Z/Z   | 4 | Nauki chemiczne                          |
| <a href="#">Chemia jądrowa i radiacyjna</a> (PDW-12)                   | F | 15 |    | 30 |  | 45 | Z     | 4 | Nauki chemiczne                          |
| <a href="#">Podstawy diagnostyki laboratoryjnej</a> (PDW-12)           | F | 10 |    | 35 |  | 45 | Z/Z   | 4 | Nauki chemiczne                          |
| <a href="#">Dyskursy mediów</a> (PDW-13)                               | F | 30 |    |    |  | 30 | E     | 4 | Nauki o komunikacji społecznej i mediach |
| <a href="#">Perswazyjne działania językowe</a> (PDW-13)                | F | 30 |    |    |  | 30 | E     | 4 | Nauki o komunikacji społecznej i mediach |

\* Do wyboru jeden przedmiot fakultatywny z każdego PDW: 10, 11, 12 i 13

\*\*\*\* Student ma do wyboru: projekt indywidualny w ramach pracowni licencjackiej (bezwymiarowa), który kończy się pracą dyplomową albo realizację projektu grupowego na seminarium licencjackim, który kończy się przygotowaną prezentacją. Każdy student niezależnie zdaje egzamin dyplomowy.

**Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 5: 34**

**Łączna liczba punktów ECTS w semestrze 6: 34**

**Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 5: 300**

**Łączna liczba godzin zajęć w semestrze 6: 285**

**Łączna liczba godzin w ciągu studiów: 2174**

**Liczba punktów ECTS 180, z tego 59 ECTS z przedmiotów do wyboru (32,7 %).**

**Treści programowe. Efekty uczenia się dla przedmiotów/modułów zajęć.**

| I.p. | Nazwa przedmiotu                            | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Efekty uczenia się dla przedmiotu/ modułu zajęć |
|------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 1    | <a href="#">Podstawy chemii</a>             | Podstawowe prawa chemiczne; pierwiastki chemiczne, związki chemiczne, mieszaniny; definicje pojęć: mol, masa molowa, liczba atomowa, liczba masowa; rodzaje stężeń, przeliczenie stężeń; reakcje chemiczne – typy, stechiometria; budowa atomu, orbitale, zasady wypełniania, reguła Hunda, zakaz Pauliego; układ okresowy, prawo okresowości; wiązania chemiczne, elektroujemność; hybrydyzacja, symetria cząsteczek, teoria VSEPR; oddziaływania międzycząsteczkowe, stany skupienia materii, przemiany fazowe; roztwory związków chemicznych, rozpuszczalność; woda, dysocjacja, kwasy i zasady, pH; równowaga chemiczna; efekty cieplne reakcji chemicznych, kryteria samorzutności reakcji; szybkość reakcji chemicznych; podstawy elektrochemii; reakcje jądrowe – podstawy. | K_W01, KW05<br>K_U01, K_U03, K_U05<br>K_K03     |
| 2    | <a href="#">Matematyka</a>                  | Liczby rzeczywiste i zespolone; podstawowe funkcje elementarne: wielomiany, funkcje trygonometryczne i logarytmy; pochodna; zastosowania rachunku różniczkowego funkcji jednej zmiennej; koncepcja całki Riemanna, metody obliczania całek i ich zastosowania w fizyce i chemii; szeregi liczbowe i szeregi funkcyjne (potęgowe i Fouriera); układy równań liniowych, macierze i wyznaczniki; podstawy rachunku różniczkowego funkcji wielu zmiennych; najważniejsze typy równań różniczkowych; elementy teorii grup; grupy symetrii.                                                                                                                                                                                                                                              | K_W02<br>K_U04                                  |
| 3    | <a href="#">Fizyka</a>                      | Kinematyka punktu materialnego, zasady dynamiki Newtona, zasady zachowania energii, zderzenia ciał, zasada zachowania pędu, moment bezwładności, moment siły, moment pędu, druga zasada dynamiki dla ruchu obrotowego, ruch harmoniczny, ładunki i pole elektryczne, prawo Gaussa, pojemność elektryczna, prąd elektryczny, pole magnetyczne, indukcja elektromagnetyczna, prąd zmienny, fale elektromagnetyczne, polaryzacja fal, interferencja fal, dyfrakcja.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | K_W02, K_W04<br>K_U01                           |
| 4    | <a href="#">Metody komputerowe w chemii</a> | Program graficzny ChemDraw i jego wykorzystanie do przedstawiania struktur związków chemicznych. Program Matlab - podstawy Matlab, zastosowanie Matlab do graficznej prezentacji wyników, zastosowanie Matlab do numerycznej analizy danych, zastosowanie Matlab do statystycznej analizy danych, podstawy programowania w Matlabie. Przygotowanie multimedialnej prezentacji na zadany temat z wykorzystaniem zrealizowanych zagadnień.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | K_W03<br>K_U04<br>K_K01                         |

|   |                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                              |
|---|------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 5 | <a href="#">Chemia analityczna</a>             | Równowagi chemiczne w układach homogennych: kwas-zasada, utleniacz-reduktor, jon metalu-ligand oraz w układach heterogennych: osad-roztwór. Czynniki wpływające na przesunięcie stanu równowagi chemicznej i jego konsekwencje analityczne. Reakcje w roztworach niewodnych. Główne techniki analityczne uwzględniające identyfikację, maskowanie, rozdział oraz oparte na w/w równowagach klasyczne metody ilościowego oznaczania pierwiastków (metody objętościowe i wagowe). Ocena wiarygodności metod analitycznych i oszacowanie błędów. Podstawowe pojęcia. Obliczanie stężeń. Oddziaływania międzyjonowe, prawo Debay'a-Hückla. Reakcje w układach jednofazowych. Elektrolity mocne i słabe. Prawo rozcieńczeń Ostwalda. Reakcje kwas-zasada; obliczenia pH kwasów i zasad wieloprotonowych, roztworów buforowych i soli słabych elektrolitów. Elektrolity amfiprotyczne. Równowagi red-ox. Potencjał Nernsta. Równowagi kompleksowania, stałe tworzenia i trwałości. Reakcje w układach wielofazowych. Strącanie osadów, rozpuszczalność. Krzywe miareczkowania. Wskaźniki. Podstawy analizy statystycznej wyników doświadczalnych. Wybrane reakcje identyfikacji kationów. Specjalne metody analizy: kroplowa i mikrokryształiczna. Klasyfikacja i badania wstępne w analizie anionów. Reakcje z przeniesieniem protonu i ich aspekty analityczne, alkacymetria. Reakcje z przeniesieniem elektronów, metody analityczne oparte na tych reakcjach: manganometria, jodometria, bromianometria. Kompleksometria. Równowagi heterogenne, procesy wpływające na przesunięcie równowagi heterogennej: objętościowa analiza strąceniowa i analiza wagowa. Krzywe miareczkowania, dobór wskaźników. | K_W01, K_W05<br>K_U02, K_U05<br>K_K01, K_K03 |
| 6 | <a href="#">Chemia kwantowa</a>                | Postulaty mechaniki kwantowej. Rozwiązanie równania Schrödingera dla: cząstki swobodnej, nieskończenie głębokiej studni potencjału, bariery potencjału (efekt tunelowania, przykłady z chemii) i oscylatora harmonicznego. Moment pędu, rotator sztywny. Atom jednoelektronowy - sposób rozwiązania równania Schrödingera, dyskusja rozwiązań, własności orbitali. Metody przybliżonego rozwiązania równania Schrödingera - metoda wariacyjna (twierdzenie wariacyjne, metoda Ritza), rachunek zaburzeń dla stanów niezdegenerowanych. Spin elektronowy. Sprzężenie spinowo-orbitalne. Układy wieloelektronowe, przybliżenie jednoelektronowe. Przybliżenie Borna-Oppenheimera, całkowita energia cząsteczki.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | K_W01, K_W02 K_U01,<br>K_U04                 |
| 7 | <a href="#">Prawo własności intelektualnej</a> | Pojęcie i zakres prawa własności intelektualnej – prawo autorskie i prawo własności przemysłowej. Utwór w rozumieniu prawa autorskiego – pojęcie, rodzaje i klasyfikacja utworów. Podmioty praw autorskich (twórca, pracodawca, instytucja naukowa, wydawca, producent). Zakres praw autorskich – prawa osobiste i prawa majątkowe. Ochrona praw autorskich. Wynalazek oraz inne projekty wynalazcze. Prawo do patentu i innych praw ochronnych na projekty wynalazcze. Podmioty praw do projektu wynalazczego (twórca, pracodawca, zamawiający) oraz zakres ich uprawnień. Ochrona praw do projektów wynalazczych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | K_W06, K_W07, K_W10                          |



|   |                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                               |
|---|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 8 | <a href="#">Bezpieczeństwo w laboratorium</a> | <p>Promowanie bezpiecznej pracy w laboratorium chemicznym. Zbieranie informacji o chemikaliach, karty charakterystyk, identyfikacja i kwalifikacja zagrożeń powodowanych czynnikami chemicznymi, kategorie substancji niebezpiecznych i znaki ostrzegawcze, piktogramy, system NFPA 704, etykiety ostrzegawcze. Przygotowanie do pracy w laboratorium: wyposażenie laboratorium, klasy bezpieczeństwa, dobór środków ochrony indywidualnej i zbiorowej, ocena ryzyka narażenia na substancje toksyczne (monitoring stanowiska pracy w laboratorium chemicznym). Identyfikacja zagrożeń: odczynniki, specjacja chemiczna, toksyczność, wskaźniki toksyczności, klasyfikacja substancji chemicznych uwzględniając ich toksyczność, właściwości fizykochemiczne oraz działanie na środowisko. Podział substancji sklasyfikowanych jako niebezpieczne i ich przykłady. Elementy psychologii pracy -obciążenia psychiczne. Bezpieczeństwo przeciwpożarowe: zasady postępowania z substancjami łatwopalnymi, wybuchowymi, organizacja i utrzymywanie porządku na stanowisku pracy, przechowywanie substancji łatwopalnych, gaśnice (podział, oznaczenia i zakres wykorzystania do gaszenia pożarów o różnej specyfice). Systemy redukcji zagrożeń. Postępowanie z odpadami chemicznymi. Organizacja stanowisk zbierania odpadów i klasyfikacja odpadów). Procedury postępowania podczas zagrożeń: elementy działań ratowniczych w przypadku wybranych oparzeń i skażeń chemicznych, objawy zatrucia, pierwsza pomoc, system powiadamiania ratunkowego, konsekwencje prawne nieudzielenia pomocy. Bezpieczna praca w laboratorium: zasady pracy w laboratorium chemicznym. Planowanie, monitorowanie i dokumentacja (zasady prowadzenia dziennika laboratoryjnego) pracy w laboratorium zgodnie z DPL. Ergonomia pracy w laboratorium chemicznym. Zasady bezpiecznego stosowania aparatury i szkła laboratoryjnego: dobór szkła laboratoryjnego, łączenie aparatury, bezpieczne odmierzanie, pobieranie i transport substancji chemicznych. Podstawowe techniki laboratoryjne – klasyfikacja, celowość zastosowania, zagrożenia, sposoby redukcji zagrożeń. Wizualizacja ryzyka na przykładach: macierz ryzyka, analiza przykładowych wypadków laboratoryjnych, sposoby redukcji zagrożeń (przykłady metody 5S i zasad kaizen).</p> | K_W05, K_W08<br>K_U02                                         |
| 9 | <a href="#">Chemia nieorganiczna</a>          | <p>Teorie opisujące wiązania chemiczne, budowa sieci związków jonowych i metali, budowa związków nieorganicznych i kompleksowych; struktury cząsteczek dwu- i wieloatomowych; klasyfikacja reakcji chemicznych, reakcje wymiany elektronów i protonów, kwasy i zasady; właściwości pierwiastków grup głównych i ich związków; nomenklatura związków nieorganicznych i metaloorganicznych; budowa związków kompleksowych według teorii pola krystalicznego i teorii orbitali molekularnych; właściwości magnetyczne i spektroskopowe związków pierwiastków przejściowych; reakcje wymiany ligandów i przeniesienia elektronu w związkach kompleksowych; trwałość kinetyczna i termodynamiczna związków kompleksowych, kinetyka reakcji; związki metaloorganiczne i ich zastosowanie w katalizie.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | K_W01, K_W05, K_W08<br>K_U01, K_U02, K_U03,<br>K_U06<br>K_K02 |

|    |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                            |
|----|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 10 | <a href="#">Chemia fizyczna I</a> | <p>Podstawowe pojęcia, rys historyczny. Równania stanu gazu doskonałego, przemiany gazowe, rachunek różniczkowy i całkowy funkcji wielu zmiennych. Znaczenie pojęć pracy i ciepła w termodynamice fenomenologicznej, procesy odwracalne i nieodwracalne. Zerowa zasada termodynamiki i zasada przyczynowości – znaczenie i konsekwencje, prowadzenie pojęcia funkcji stanu. Pierwsza zasada termodynamiki, znaczenie i wykorzystanie. Pojęcie energii wewnętrznej i entalpii, zasada ekwipartyzacji energii. Efekty cieplne reakcji chemicznych, prawo Hessa i Kirchhoffa, standaryzacja efektów cieplnych reakcji chemicznych, nauka wykorzystania tablic termochemicznych. Druga zasada termodynamiki, dyskusja samorzutności procesów, entropia, silniki cieplne, nierówność Clausiusa i jej konsekwencje, źródło i przepływ entropii. Trzecia zasada termodynamiki i sposób pomiaru/obliczenia bezwzględnej entropii. Elementy teorii Debye’a ciepła właściwego. Potencjały termodynamiczne i ich rola w przewidywaniu samorzutności procesów. Tożsamości termodynamiczne, wyprowadzenie, tablice Bridgmana. Częstkowe wielkości molowe, pojęcie potencjału chemicznego składnika. Termodynamiczny opis stanu równowagi w zastosowaniu do różnych warunków prowadzenia procesów, zależność stanu równowagi od temperatury, ciśnienia (izobara van’t Hoffa, izoterma van Laara-Planka). Wykorzystanie termodynamiki fenomenologicznej do opisu wybranych procesów i zjawisk (np. do opisu obniżenia temperatury krzepnięcia cieczy). Pojęcie fazy i przemiany fazowej, wyprowadzenie równania Gibbsa na ilość stopni swobody. Równania opisujące linie równowag fazowych – rów. Clausiusa-Clapeyrona i van Laara-Hildebranda. Równowagi fazowe w układach jednoskładnikowych, wykres fazowy wody. Równowagi w układach dwuskładnikowych: ciecz-para, ciecz-ciecz, ciecz-ciało stałe, – dyskusje wykresów fazowych. Równowagi w układach 3-składnikowych w układach cieczy i faz stałych.</p> | K_W01, K_W04<br>K_U01, K_U02, K_U04,<br>K_U05              |
| 11 | <a href="#">Chemia organiczna</a> | <p>Wpływ budowy chemicznej na właściwości chemiczne i fizyczne związków organicznych. Nazewnictwo związków organicznych. Izomeria, stereochemia, cząsteczki chiralne. Alkany i cykloalkany, analiza konformacyjna, reakcje wolnorodnikowe. Alkeny i alkiny, reakcje addycji, karbeny, przegrupowania karbokationów, efekt mezomeryczny, polimeryzacje alkenów, reakcje cykloaddycji do sprzężonych dienów. Związki aromatyczne i wielopierścieniowe, podstawienie elektrofilowe w związkach aromatycznych. Chlorowcowe związki organiczne, reakcje podstawienia nukleofilowego i eliminacji. Związki metaloorganiczne i ich znaczenie w syntezie organicznej. Alkohole i etery, reakcje utlenienia i redukcji związków organicznych. Fenole i halogenopochodne związków aromatycznych. Aldehydy i ketony, nukleofilowe addycje do grupy karbonylowej, reaktywność anionów enolanowych, kondensacja aldolowa. Kwasy karboksylowe i ich pochodne, podstawienie nukleofilowe przy węglu acylowym. Związki azoto- siarko- i fosforoorganiczne. Znaczenie biologiczne jednofunkcyjnych związków organicznych. Proste związki heterocykliczne.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | K_W01, K_W04, K_W08<br>K_U02, K_U03, K_U06<br>K_K01, K_K02 |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                         |
|----|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 12 | <a href="#">Chemia fizyczna II</a>       | <p>Pojęcie elektrolitu, I i II prawo Ohma. Przewodnictwo właściwe i molowe, prawo Kohlrausha, elektrolity mocne i słabe, wykorzystanie pomiarów przewodnictwa np. do wyznaczenia stałych dysocjacji, iloczynu rozpuszczalności, iloczynu jonowego wody. Koncepcja chmury jonowej, elementy teorii Debye'a-Huckela-Onsagera, efekt elektroforetyczny, relaksacyjny, Debye'a-Falkenhagena, efekty Wiena. Migracja w roztworach elektrolitów, ruchliwość jonów, liczby przenoszenia, iloczyn Waldena. Ogniwa elektrochemiczne, konwencja zapisu, reakcje elektrodowe, opis termodynamiczny (równanie Nernsta). Podział elektrod i ogniw, budowa popularnych elektrod odniesienia. Akumulatory, budowa, reakcje podczas ładowania i pracy, ogniwa o znaczeniu praktycznym. Elektroliza, napięcie rozkładowe, nadnapięcie. Elementy termodynamiki procesów nieodwracalnych w zastosowaniu do kinetyki chemicznej. Podstawowe pojęcia stosowane przy opisie kinetyki reakcji chemicznych. Opis podstawowych właściwości reakcji nieodwracalnych 1, 2 i 3 rzędowych, sposoby wyznaczania rzędu reakcji. Kinetyka reakcji złożonych – odwracalnych, równoległych, następczych, łańcuchowych. Zależność szybkości reakcji od temperatury, teorie stałej szybkości, stanu przejściowego, energia aktywacji, równanie Arrheniusa. Koncepcja stanu stacjonarnego, kinetyka wybranych reakcji (np. podstawienia nukleofilowego SN2).</p> | K_W01, K_W05, K_W08<br>K_U02, K_U04, K_U05<br>K_K01, K_K02              |
| 13 | <a href="#">Analityka instrumentalna</a> | <p>Podział technik analitycznych. Prawo Lamberta-Beera, zastosowania analityczne. Absorpcyjna (ASA) i emisyjna (EAS-ICP) spektroskopia atomowa w analizie śladowych i ultraśladowych stężeń metali. Spektroskopia molekularna w zakresie UV-VIS; analityczne zastosowania spektrofotometrii i spektrofluorymetrii. Spektrometria FTIR i spektroskopia ramanowska w analizie układów biologicznych. Analityczne aspekty metody NMR. Spektrometria mas – zastosowanie do identyfikacji i analizy strukturalnej związków organicznych. Potencjometria, elektrody jonoselektywne. Metody woltamperometryczne. Konduktometria, miareczkowanie konduktometryczne. Metody kulometryczne w analizie przemysłowej i monitoringu zanieczyszczeń atmosfery. Stosowane metody analityczne: atomowa spektroskopia absorpcyjna (ASA), emisyjna (ICP-EAS) i fotometria płomieniowa, spektrofotometria w zakresie UV i VIS, spektrofluorymetria, spektrometria IR oraz spektroskopia ramanowska, potencjometria, kulometria, metody woltamperometryczne, konduktometria.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | K_W01, K_W04, K_W05,<br>K_W08<br>K_U01, K_U02, K_U04,<br>K_U05<br>K_K02 |

|    |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                             |
|----|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 14 | <a href="#">Technologia chemiczna</a>   | <p>Podstawowe pojęcia, terminologia, zasady technologiczne. Projektowanie procesów technologicznych (koncepcja chemiczna, koncepcja procesu, operacje i procesy jednostkowe, schematy blokowe, bilanse, badania MIM, projekt procesowy i technologiczny, rodzaje reaktorów, aparaty technologiczne, procesy ciągłe, okresowe). Ekonomika produkcji, aspekty prawne związane z wieloformatową produkcją w przemyśle chemicznym, badania BR, własność przemysłowa, ochrona patentowa. Ocena technologii w aspekcie ochrony środowiska, koncepcji zrównoważonego rozwoju, metody LCA, analiza wybranych przykładów. Analiza wybranych klasycznych i innowacyjnych procesów technologicznych (koncepcja, rozwój technologii, potencjalne innowacje). Chemia i technologia surfaktantów (synteza, analityka, aplikacje, przemysł detergentów, przemysł kosmetyczny). Metalurgia (wzbogacanie surowców mineralnych, klasyfikacja procesów metalurgicznych, otrzymywania metali i ich rafinacja z wykorzystaniem procesów chemicznych). Surowce w technologii syntez nieorganicznych. Technologie uzdatniania wody. Wymieniacze jonowe w technologiach wielkoformatowych. Technologie przemysłu nieorganicznego (syntezy kwasów, nawozów mineralnych). Technologie przemysłowe syntez organicznych (procesy przerobu surowców kopalnych i odnawialnych do syntez organicznych, wielkoformatowa synteza organiczna). Wybrane procesy przemysłowe uwodornienia, utleniania, alkiłowania, chlorowania związków organicznych, syntez z tlenku węgla i związków organicznych, procesy hydratacji, kondensacji, estryfikacji. Chemia i technologia polimerów i biopolimerów (klasyfikacja, definicje, terminologia, właściwości, metody syntezy, technologie otrzymywania wybranych polimerów m.in. poliolefiny, poliestry, poliamidy). Proste obliczenia charakteryzujące procesy technologiczne, bilanse, rozwiązywanie problemów ilustrujących wybrane zagadnienia wykładu. Praktyczne aspekty związane z tematyką ochrony własności intelektualnej, systemu informacji patentowej, podstaw przedsiębiorczości. Otrzymywanie i analiza wybranych produktów i wyrobów chemicznych opartych na realnych technologiach przemysłowych opracowanych na potrzeby ćwiczeń w skali laboratoryjnej. MIM procesów opracowanych we współpracy z wiodącymi firmami przemysłu chemicznego.</p> | K_W01, K_W05, K_W08<br>K_U01, K_U02, K_U03,<br>K_U05<br>K_K01, K_K02, K_K04 |
| 15 | <a href="#">Podstawy chromatografii</a> | <p>Chromatografia gazowa i cieczowa z podziałem – podstawy i obecne rozwiązania analityczne. Derywatywacja substancji w analizie chromatograficznej GC-FID, GC-MS. Analiza cukrów, aminokwasów, kwasów tłuszczowych, steroli. Techniki oczyszczania prób biologicznych, preparatyka złożonych mieszanin, ekstrakcja do fazy stałej, mikroekstrakcja do fazy stacjonarnej, ekstrakcja cieczowa. Metody ilościowo-jakościowe w analizie chromatograficznej. Walidacja danych, wybrana chemometria i sposób wykonania raportów końcowych z uzyskanych wyników. Wybrane techniki oczyszczania próbek do analizy – Synteza adsorbentu C18 i ekstrakcja substancji zapachowych z próbek organicznych. Ekstrakcja cieczowo-cieczowa substancji zapachowych z próbek organicznych. Analiza chromatograficzna (chromatografia gazowa z detekcją FID i MS) próbek przygotowanych do analizy wybranymi technikami ekstrakcyjnymi. Porównanie rodzajów detekcji w chromatografii gazowej. Rozdział kolumnowy (faza normalna) ekstraktu z wybranych próbek biologicznych pod kątem porównania zawartości substancji bioaktywnej. Zastosowanie chromatografii cienkowarstwowej (TLC) jako detekcji w</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | K_W04, K_W05<br>K_U02, K_U03, K_U04                                         |

|    |                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                      |
|----|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|    |                                   | rozdziale kolumnowym. Zastosowanie HPLC w odwróconym układzie faz w analizie jakościowej: rozdział w warunkach gradientowych i izokratycznych, dobór składu fazy ruchomej, warunki identyfikacji substancji, określanie czystości preparatu., ocena skuteczności oczyszczania metodą HPLC. Prezentacja sprzętu, warunków pracy, restabilizacja kolumny. Analiza jonów organicznych i nieorganicznych z zastosowaniem chromatografii jonowej IC-HPLC. Dobór warunków, metody detekcji, analiza jakościowa i ilościowa. Detekcja pośrednia. Metody przygotowania próbek. Zastosowanie HPLC w analizie ilościowej: optymalizacja warunków do oznaczenia ilościowego metodą HPLC (warunki izokratyczne), przygotowanie serii kalibracyjnej metodą rozcieńczeń i z wykorzystaniem automatycznego dozownika, przeprowadzenie analizy ilościowej, analiza wyników i ocena ich wiarygodności.                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                      |
| 16 | <a href="#">Praktyka zawodowa</a> | Struktura organizacyjna zakładu, szczegółowy profil produkcji, praca laboratorium chemicznego, kontroli jakości, monitoringu środowiska, itp. Zapoznanie z warunkami BHP na stanowisku pracy, zakresem obowiązków na danym stanowisku pracy, obecnym w zakładzie parkiem maszynowym, zagadnieniami dotyczącymi gospodarki materiałowej oraz zasadami przestrzegania ochrony środowiska. W czasie praktyk zawodowych studenci ustalają z przedstawicielem zakładu szczegółowy plan praktyk, dokonują obserwacji wybranych stanowisk pracy, podejmują działania powierzone im przez przedstawiciela zakładu, prowadzą dokumentację (dziennik praktyk) z obserwacji poznawanych procesów i wykonywanych zadań. Praktyki zawodowe mogą być odbywane w jednostkach gospodarczych, chemicznych zakładach przemysłowych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | K_W06, K_W10<br>K_U06, K_U10<br>K_K01, K_K02, K_K03,<br>K_K04, K_K05 |
| 17 | <a href="#">Praktyka badawcza</a> | Ten rodzaj praktyki oferowany jest studentom zdolnym, którzy wiążą swoją przyszłą karierę ze szkołą doktorską. Praktyka może być realizowana w Zespołach badawczych, Wydziałów: Chemii, Biologii, Biotechnologii, w jednostkach PAN. Studenci zapoznają się z realizacją projektów badawczych. Cele ogólne i regulamin praktyki badawczej jest identyczny jak praktyk zawodowych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | K_W06, K_W10, K_W05<br>K_U06, K_U10<br>K_K01, K_K03, K_K04,<br>K_K05 |
| 18 | <a href="#">Krystalochemia</a>    | Podstawowe definicje: prawa i pojęcia: sieć krystaliczna, sieć przestrzenna, komórka elementarna, układy krystalograficzne, węzły, proste i płaszczyzny; grupy punktowe: symetria względem punktu, prostej i płaszczyzny, osie inwersyjne oraz kombinacje elementów symetrii. Symetria w budowie wewnętrznej ciał krystalicznych: grupy przestrzenne: translacja, komórki elementarne Bravais'go, osie śrubowe i płaszczyzny ślizgowe, punkty symetrycznie równoważne; elementy symetrii w ujęciu macierzowym. Klasyfikacja ciał krystalicznych: upakowanie atomów w sieci krystalicznej. Zastosowanie metod rentgenowskich w badaniu materiałów funkcjonalnych: dyfrakcja promieni X na sieci krystalicznej, dyfrakcja na monokryształach i preparatach polikrystalicznych. Podstawy krystalochemii: typy oddziaływań w sieci krystalicznej, klasyfikacja kryształów, proste struktury nieorganiczne, kryształy związków organicznych, elementy chemii supramolekularnej. Krystalochemia materiałów funkcjonalnych: klasyfikacja materiałów funkcjonalnych, omówienie zależności pomiędzy strukturą materiałów funkcjonalnych a ich właściwościami, badania materiałów porowatych. | K_W01, K_W03, K_W04<br>K_U02, K_U03, K_U05<br>K_K01                  |

|    |                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                            |
|----|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 19 | <a href="#">Zarządzanie laboratorium</a> | Podstawowe strategie statystycznego sterowania jakością. Karty kontrolne w monitorowaniu stabilności procesu. Zintegrowane systemy zarządzania jakością w laboratoriach chemicznych. Normalizacja i formy oceny zgodności (akredytacja, certyfikacja). Spójność pomiarowa w procedurach analitycznych. Podstawowe pojęcia metrologii. Szacowanie niepewności wyniku analizy. Charakterystyka i zastosowanie podstawowych typów materiałów odniesienia. Badania międzylaboratoryjne w kontroli jakości badań analitycznych. Walidacja procedur analitycznych w laboratoriach akredytowanych. Etapy walidacji, charakterystyka i wyznaczanie parametrów metody analitycznej. Przykłady walidacji dla wybranych metod analitycznych. Standardy zarządzania środowiskowego. Wdrażanie systemu zarządzania jakością w laboratorium chemicznym, certyfikacja, integracja. Wybrane metody i narzędzia doskonalenia systemów jakości.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | K_W05, K_W06, K_W08<br>K_U08, K_U09<br>K_K01, K_K04, K_K05 |
| 20 | <a href="#">Historia chemii (PDW-1)*</a> | O cechach badania naukowego. Kształtowanie się metody badań naukowych, F. Bacon, Kartezjusz, K. Popper. Eksperyment badawczy w chemii. O etyce uczonego. Błędy i oszustwa w nauce. Technologie chemiczne ludów pierwotnych i starożytnych. Grecka filozofia przyrody. Początki alchemii hellenistycznej. Alchemia Egiptu, Chin i Indii. Alchemia arabska i jej wpływy w Europie. Alchemia średniowiecza. Paracelsus i początki jatrochemii. Agricola, Glauber, Van Helmont. Początki kształtowania się podstawowych pojęć chemicznych: kwas, zasada, sól. Pojęcie powinowactwa chemicznego. Atomiści czasów Odrodzenia i Baroku. Kształtowanie się pojęcia molekuly. Alchemicy polscy: Sędziwój, Zuchta, Barner. Koncepcja flogistonu i jej wpływ na 18w. chemię. Wielki przełom w chemii: Boyle, Lavoisier, Priestley, Cavendish. Narodziny nowego języka chemii. Chemiczna atomistyka Daltona. Narodziny elektrochemii. Berzelius i teoria dualistyczna. Teorie unitarne w chemii. Teoria wartościowości i teoria strukturalna Kekulego i Butlerowa. Historia układu okresowego Mendelejewa. Narodziny chemii fizycznej, teoria równowagi chemicznej, początki kinetyki, termodynamika chemiczna. Odkrycie promieniotwórczości naturalnej. Biografia i dokonania Marii Curie-Skłodowskiej. Rozwój teorii wiązania chemicznego. Rozwój fotochemii i udział w nim Polaków. | K_W01                                                      |



|    |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 21 | <a href="#">Człowiek a środowisko</a><br>(PDW-1)*                     | Zakres i zadania nauki o środowisku. Pierwiastki biogenne i cykle biogeochemiczne. Klasyfikacja i składowanie odpadów (odpady ciekłe, stałe i gazowe). Źródła energii oraz odnawialne źródła surowców i energii. Litosfera – gleby (degradacja, denudacja, zmęczenie). Sposoby zwiększania produkcji żywności ( nawożenie, ochrona roślin). Środki ochrony roślin – szkodliwość, zabezpieczenia. Podstawowe zanieczyszczenia i skażenia żywności. Chemiczne zanieczyszczenia i skażenia gleb; rekultywacja. Pestycydy (podział oraz ogólna charakterystyka toksykologiczna, adsorpcja i degradacja). Atmosfera – skład i struktura (zmiany cykliczne i acykliczne). Źródła zanieczyszczeń atmosfery i mechanizmy samoregulacji. Aerozole i smogi. Efekt cieplarniany. Ozon w atmosferze. Kwaśne opady atmosferyczne. Hydrosfera – charakterystyka w środowisku i klasyfikacja. Chemiczne zanieczyszczenia wód (czynniki wpływające na specjację substancji chemicznych). Eutrofizacja. Wskaźniki zanieczyszczenia wód, charakterystyka procesów samooczyszczania się wód. Detergenty i środki czyszczące – oddziaływanie na środowisko, utylizacja odpadów. Ropa naftowa i zanieczyszczenia olejowe. Koncepcja zrównoważonego rozwoju – chemia przyjazna człowiekowi i otoczeniu | K_W01, K_W08          |
| 22 | <a href="#">Analiza chemiczna środowiska i materiałów</a><br>(PDW-2)* | Analityczna charakterystyka próbek środowiskowych i materiałowych. Sposób pobierania i przygotowywania próbek środowiskowych (gazowe, ciekłe i stałe), praca z próbkami rzeczywistymi (produkty farmaceutyczne, artykuły spożywcze). Walidacja wybranej metody analitycznej, ewaluacja wyników w oparciu o krzywe kalibracyjne, ocena wiarygodności wybranych metod analitycznych z uwzględnieniem błędów eksperymentalnych. Omówienie wybranych technik instrumentalnych (elektrogravimetria, miareczkowanie potencjometryczne, rodzaje chromatografii, pomiary turbidymetryczne i kolorymetryczne). Przykładowe oznaczanie: argentometryczne oznaczanie chlorków w produktach kosmetycznych, pH-metryczne oznaczenie wieloprotonowych kwasów organicznych, Turbidymetryczne oznaczanie siarczanów w wodzie pitnej i mineralnej, chromatograficzne oznaczanie barwników organicznych (TLC, dobór eluentu), kolorymetryczne oznaczanie żelaza w minerałach, jodometryczne oznaczanie kofeiny w produktach farmaceutycznych i w artykułach spożywczych, oznaczenie zawartości cukrów redukujących w artykułach spożywczych, kolorymetryczne oznaczanie fosforanów w artykułach spożywczych.                                                                                       | K_W04, K_W08<br>K_U02 |

|    |                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |
|----|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 23 | <a href="#">Wybrane specjalne techniki w analizie chemicznej</a> (PDW-2)* | Charakterystyka wybranych metod analizy ilościowej, z uwzględnieniem zarówno klasycznych metod chemicznych, jak i metod instrumentalnych. Procedury pobierania i przechowywania próbek rzeczywistych (środowiskowych, biologicznych, żywności, leków, stopów) do analizy jakościowej i ilościowej. Omówienie technik rozkładu próbek stałych (przeprowadzenie do roztworu) – rozkład na mokro, rozkład na sucho, stapianie z nadmiarem topnika. Kryteria wyboru metody analitycznej ze względu na rodzaj oraz zawartość oznaczanych składników, granice wykrywalności i oznaczalności. Omówienie wybranych metod instrumentalnych stosowanych w analizie ilościowej (podstawy fizyczne, budowa aparatury pomiarowej, specyfika oznaczeń): atomowa emisyjna spektrometria (ICP-AES), elektrogravimetria, miareczkowanie konduktometryczne i pehametryczne. Przedstawienie podstawowych zagadnień dotyczących wymiany jonowej (opis zjawiska, rodzaje wymienników jonowych, zastosowania). Wykorzystanie wymiany jonowej, w połączeniu z miareczkowaniem alkacymetrycznym, do oznaczania zawartości soli (np. NaCl, KCl, MgCl <sub>2</sub> ). Omówienie procesu ekstrakcji (podstawy fizyczne zjawiska, rodzaje ekstrakcji, współczynnik podziału Nersta, kryteria doboru optymalnego ekstrahenta). Zastosowanie ekstrakcyjno-wagowej metody (z wykorzystaniem aparatu Soxhleta) do określenia zawartości tłuszczów w produktach naturalnych i spożywczych. Analiza danych pomiarowych, ocena wiarygodności wyników pomiarów ilościowych i oszacowanie błędów. | K_W04, K_W08<br>K_U02 |
| 24 | <a href="#">Wstęp do chemii nowoczesnych materiałów</a> (PDW-2)*          | Wielkości fizyczne, układ jednostek SI, inne układy jednostek, przeliczanie jednostek. Stan skupienia, parametry zewnętrzne, addytywność. Właściwości mechaniczne substancji. Właściwości termiczne substancji. Właściwości elektryczne substancji. Właściwości magnetyczne substancji. Właściwości optyczne substancji. Właściwości chemiczne. Sprzężone właściwości substancji.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | K_W01<br>K_U02        |
| 25 | <a href="#">Podstawy mikroskopii</a> (PDW-2)*                             | Historia mikroskopii. Mikroskop optyczny. Wybrane modyfikacje mikroskopu optycznego, cz. 1. Wybrane modyfikacje mikroskopu optycznego, cz. 2. Mikroskop elektronowy. Mikroskop sił jonowych. Mikroskopy skaningowe. Skaningowy mikroskop tunelowy. Skaningowy mikroskop elektronowy i mikroskop sił atomowych. Mikroskop sił atomowych c.d. Sposoby uzyskiwania super wysokich próżni (ultra-high vacuum). Mikroskop w przemyśle i medycynie. Mikroskop optyczny – aplikacje. Optyczny mikroskop polaryzacyjny - aplikacje. Badanie przemian fazowych ciekłych kryształów. Badanie przemian fazowych kryształów ferroelastycznych. Pomiary konoskopowe. Skaningowy mikroskop elektronowy - zastosowania. Transmisyjny mikroskop elektronowy. Badanie materiałów ferroicznych przy pomocy AFM w trybie PFM (piezoelectric force microscopy).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | K_W04<br>K_U02        |
| 26 | <a href="#">Lektorat</a> (język nowożytny) (PDW-3)                        | Biegłość językowa w posługiwaniu się wybranym językiem. Treści i słownictwo niezbędne do egzaminu, wymagania określone na poziomie B2 Europejskiego Systemu Kształcenia Językowego.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | K_U07                 |



|    |                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                     |
|----|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 27 | <a href="#">Analiza minerałów</a><br>(PDW-4)*                            | Opracowanie protokołu dla analizy minerałów. Kryteria wyboru metody do celów analitycznych, pobieranie i przygotowanie materiału do analizy ze szczególnym uwzględnieniem złożonych próbek. Analiza materiałów wieloskładnikowych zawierający zarówno mikro i makroskładniki, usunięcie składników interferujących. Wykorzystanie metod klasycznych oraz technik instrumentalnych w analizie minerałów – badanie próbek rzeczywistych. Ocena wiarygodności metod analitycznych i oszacowanie błędów. Strategia analizy nieznanymi minerałami, porównawcze badania literaturowe. W protokole analitycznym wykorzystane zostaną komplementarnie metody klasyczne i instrumentalne. Dla analizy śladowej wykorzystane będą metody spektroskopowe ICP-AES, UV-Vis, luminescencja, a dla potwierdzenia składu mikroskopia elektronowa SEM.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | K_W04, K_W05<br>K_U01, K_U08, K_U02 |
| 28 | <a href="#">Nowe materiały - zastosowania i metody badawcze</a> (PDW-4)* | Klasyfikacja materiałów ze szczególnym uwzględnieniem właściwości elektrycznych. Cechy i właściwości elektrycznych materiałów półprzewodnikowych. Metody otrzymywania i modyfikowania właściwości półprzewodników. Budowa i zasada działania diody półprzewodnikowej. Budowa i zasada działania tranzystora bipolarnego i polowego. Urządzenia: fotoogniwo, termoogniwo Peltier'a i in. Wyznaczania charakterystyk układów półprzewodnikowych takich jak: diody, fotodetektory, ogniwa fotowoltaiczne i termoelektryczne.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | K_W01, K_W04 K_U01,<br>K_U02        |
| 29 | <a href="#">Analiza śladowa</a><br>(PDW-4)*                              | Charakterystyka i specyfika analizy śladowej. Procedury pobierania i przechowywania próbek rzeczywistych (środowiskowych, biologicznych, żywności, stopów) do analizy. Kryteria doboru metody przygotowywania próbek do oznaczania śladowych ilości pierwiastków. Techniki rozkładu próbek (przeprowadzenie próbek stałych do roztworu) – rozkład na mokro, rozkład na sucho, stapianie z nadmiarem topnika. Kierunki rozwoju technik rozkładu próbek. Typowe techniki analityczne służące do rozdzielania i wzbogacania śladów uwzględniające klasyczne metody chemiczne (współstrącanie, strącanie, maskowanie) a także ekstrakcję, elektrolizę oraz chromatografię. Kryteria wyboru instrumentalnej metody analitycznej ze względu na rodzaj i stężenie oznaczanych składników, granice wykrywalności i oznaczalności wybranych dostępnych technik. Omówienie zasad metod atomowej (ASA, ICP-AES) oraz molekularnej spektroskopii absorpcyjnej i emisyjnej. Kalibracja w pomiarach śladowych ilości pierwiastków – metody kalibracyjne, dobór warunków prawidłowej kalibracji, eliminacja lub zmniejszanie efektu interferencyjnego. Materiały odniesienia i certyfikowane (atestowane) materiały odniesienia – ich zastosowanie w analizie śladowej. Analiza danych pomiarowych, ocena wiarygodności wyników pomiarów analitycznych i oszacowanie błędów. | K_W04<br>K_U01, K_U02               |

|    |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 30 | <a href="#">Podstawy spektroskopii</a><br>(PDW-4)*                    | Charakterystyka fali elektromagnetycznej i parametry ją opisujące. Widmo promieniowania elektromagnetycznego. Barwa światła. Falowa i korpuskularna natura promieniowania elektromagnetycznego. Formy oddziaływania między promieniowaniem a ośrodkiem materialnym: odbicie, załamanie, interferencja, rozproszenie, absorpcja, emisja. Podstawowe rodzaje optycznej spektroskopii molekularnej i ich zastosowanie. Schemat budowy spektrometru, jego najważniejsze części oraz rola w procesie otrzymywania widm. Poziomy energetyczne w cząsteczkach. Pojęcie stanu podstawowego i wzbudzonego. Oscylacje cząsteczek i przykłady widm w podczerwieni. Znaczenie częstości charakterystycznych w analizie strukturalnej związków chemicznych. Spektroskopia elektronowa i typy przejść elektronowych. Przykłady absorpcyjnych widm elektronowych. Uproszczony schemat Jabłońskiego i charakterystyka procesów dezaktywacji stanów wzbudzonych. Przykłady analizy ilościowej przy użyciu widm IR elektronowych. Przykłady zastosowań spektroskopii w chemii, biologii i medycynie.                                                                                                                                                                                          | K_W04<br>K_U01, K_U02 |
| 31 | <a href="#">Język angielski w laboratorium chemicznym</a><br>(PDW-5)* | Literatura naukowa w języku angielskim dotycząca chemii: podręczniki, czasopisma, patenty, źródła internetowe. Czytanie naukowego tekstu angielskiego ze zrozumieniem. Związki chemiczne - nazwy i właściwości fizykochemiczne oraz biologiczne. Nazwy zwyczajowe. Barwy, zapachy, smaki. Szkło laboratoryjne, aparatura pomiarowa. Procedury syntetyczne w chemii. Skróty. Pułapki słownikowe. Autotranslatory. Szybkie wyszukiwanie informacji w tekście angielskim. Podstawy skutecznego korzystania z literatury fachowej. Żywe źródła: webinary i e-konferencje.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | K_U06, K_U08 K_K01    |
| 32 | <a href="#">English for science and technology</a> (PDW-5)*           | Język angielski w nauce i technice. Chemiczny język angielski. Środki przekazu informacji. Angielszczyzna uniwersalna i specjalistyczna. Pozatekstowe środki przekazu informacji w języku angielskim. Prawa i definicje w języku angielskim. Laboratorium chemiczne i sprzęt laboratoryjny. Gramatyka naukowego języka angielskiego. Metody prezentacji wyników w języku angielskim. Specyfika przygotowania prac pisemnych w języku angielskim (abstrakt, artykuł, komunikat). Ustna prezentacja wyników w języku angielskim.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | K_U06, K_U08 K_K01    |
| 33 | <a href="#">Zarządzanie chemikaliami</a> (PDW-6)*                     | Zasady dobrej praktyki laboratoryjnej (GLP) – wg OECD. Aktualizacja przepisów odnośnie klasyfikacji i znakowania substancji chemicznych zgodnie z obowiązującymi przepisami (REACH, GHS, CLP). Obrót i transport substancji chemicznych na terenie UE zgodnie z obowiązującymi przepisami (ADR). Zasady magazynowania niebezpiecznych substancji chemicznych. Gospodarka odpadami niebezpiecznymi: wytwarzanie, odbiór, przewóz i utylizacja w myśl nowych przepisów EU. Zasady ewidencji i sprawozdawczości dotyczącej substancji niebezpiecznych w zależności od ich klasyfikacji: substancje rakotwórcze i mutagenne, substancja zubożające warstwę ozonową, prekursorzy substancji psychoaktywnych, prekursorzy chemicznych środków bojowych, materiały czynne biologicznie i GMO, materiały promieniotwórcze i rozszczepialne, nanomateriały, azbest, inne chemikalia bez klasyfikacji: TSP, BŚP, smog, PCBs, PBA). Podstawowe zasady ochrony zdrowia i życia ludzkiego w czasie pracy z substancjami niebezpiecznymi. Podstawowe informacje dotyczące ochrony środowiska i ewentualnych działań po emisji niebezpiecznych substancji chemicznych. Bazy danych o chemikaliach. Katastrofy przemysłowe (powody, łańcuchy p-s, skutki, nauka). Dyrektywy bezpieczeństwa. | K_W01, K_W05, K_W08   |

|    |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                       |
|----|--------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
|    |                                                              | Bezpieczeństwo chemiczne i terroryzm chemiczny. Fizykochemia wybuchu. Instrukcje bezpieczeństwa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                       |
| 34 | <a href="#">Informacja naukowa w chemii</a> (PDW-6)*         | Źródła informacji naukowej - ich wiarygodność i wykorzystanie. Wyszukiwanie informacji w źródłach drukowanych i elektronicznych. Wyszukiwanie wg. słów kluczowych i elementów strukturalnych. Zasoby informacji o związkach chemicznych: Chemical Abstracts, PubChem, czasopisma chemiczne. Wyszukiwarki internetowe – ogólne i naukowe (Google Scholar, Web of Science, SciFinder, Scopus, ChemSpider, ChemWeb, bazy bibliograficzne). Katalogi firm chemicznych jako źródło informacji. Chemiczne i biologiczne bazy danych: Medline, PDB, bazy widm NMR, IR, MS, Organic Syntheses, bazy sekwencji DNA i białek, bazy danych instytucji. Bazy informacji patentowych. Bazy danych BHP, MSDS, toksykologiczne. Źródła informacji o lekach, metabolitach i innych związkach biologicznie czynnych. Poszukiwanie metod syntezy i zastosowań związków biologicznie aktywnych. Źródła informacji o odczynnikach i reakcjach, reakcje imienne. Porządkowanie informacji, ustalanie zakresu poszukiwań, prawidłowe cytowanie źródeł oraz tworzenie własnych baz danych bibliograficznych, np. z wykorzystaniem programu Zotero. Metody i formy prezentowania informacji: raporty, sprawozdania, prezentacje multimedialne oraz tabele, wykresy i schematy. Grafika naukowa. Programy do rysowania wzorów i analizy struktury związków organicznych. Zasady przygotowania prac dyplomowych i publikacji naukowych. | K_W01 K_U06           |
| 35 | <a href="#">Elektrochemia-metody i zastosowania</a> (PDW-7)* | Podstawy opisu procesów transportu i zjawisk powierzchniowych/międzyfazowych. Jonika i elektrodyka, podwójna warstwa elektryczna. Przewodnictwo elektryczne roztworów elektrolitów i cieczy jonowych. Inne przewodniki jonowe. Elektrody metaliczne i półprzewodnikowe. Procesy faradajowskie, procesy elektrodowe: geneza potencjałów i prądów elektrodowych. Parametry procesów elektrodowych. Elektrochemia dynamiczna i równowagowa. Geneza potencjałów membranowych. Siła elektromotoryczna ogniw galwanicznych a napięcie elektryczne elektrolizy. Układy elektrod w urządzeniach elektrochemicznych i ich funkcje. Lepkość, napięcie powierzchniowe i międzypfazowe, liczby przenoszenia, współczynnik dyfuzji, potencjał standardowy, standardowa stała szybkości.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | K_W01<br>K_U03, K_U04 |
| 36 | <a href="#">Oddziaływania niekowalencyjne</a> (PDW-7)*       | Klasyfikacja oddziaływań niekowalencyjnych. Wiązania wodorowe, wodorkowe, litowe, do metali ziem rzadkich, trielowe, tetrelowe, pnikogenowe, chalkogenowe, nietypowe wiązania typu „blue shift” i oddziaływania van der Waalsa. Natura i charakterystyki oddziaływań konwencjonalnych i niekonwencjonalne. Koncepcja dziur $\sigma$ i $\pi$ . Wpływ oddziaływań specyficznych i polarności rozpuszczalnika na izomerię w stanach podstawowym i wzbudzonym. Oddziaływania między układami makroskopowymi. Fizykochemia powierzchni, opis termodynamiczny zjawisk powierzchniowych. Metody fizykochemiczne (teoretyczne i eksperymentalne) i ich komplementarność w badaniach oddziaływań niekowalencyjnych i zjawisk międzypfazowych. Rola oddziaływań niekowalencyjnych w układach biologicznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | K_W01<br>K_U03, K_U04 |

|    |                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                               |
|----|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 37 | <a href="#">Molekularna chemia fizyczna</a> (PDW-7)*   | Molekuła izolowana a faza skondensowana. Ciecze – niezwykle stan materii. Częstkowe wielkości molowe. Struktura i opis właściwości cieczy i roztworów ciekłych. Współczynniki aktywności i wielkości nadmiarowe jako sposób opisu odstępstw od idealności. Współczynniki aktywności obliczane teoretycznie i wyznaczone doświadczalnie. Równowaga i jej brak, stabilność i brak stabilności–droga do zrozumienia Świata. Elementy termodynamiki procesów nierównowagowych. Niezwykłość układów w skali „nano” – aspekty termodynamiczne, wpływ rozmiaru na temperaturę wrzenia, topnienia, rozpuszczalność nukleację.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | K_W01<br>K_U03, K_U04                         |
| 38 | <a href="#">Analiza związków organicznych</a> (PDW-8)* | Metody identyfikacji związków organicznych. Wzorce i procedury porównawcze. Wyznaczanie podstawowych parametrów fizykochemicznych i ich zastosowanie do identyfikacji związków organicznych. Reakcje charakterystyczne i derywatyzacja analitu. Pomiar masy cząsteczkowej i analiza składu. Spektrometria mas (metody jonizacji, pomiary wysokorozdzielcze, badania fragmentacyjne). Spektroskopia w podczerwieni (pasma charakterystyczne). Spektroskopia NMR (widma jedno- i wielowymiarowe). Bazy danych, pewność i wiarygodność wyników wyszukiwania. Ocena stosowalności metod analitycznych do identyfikacji różnych grup związków organicznych. Wpływ posiadanych środków i aparatury na wybór procedury identyfikacyjnej. Wpływ zanieczyszczeń na wyniki oznaczeń. Analiza problemów – identyfikacja związków chemicznych na podstawie zestawu widm.                                                                                            | K_W04, K_W05, K_W08<br>K_U02, K_U03           |
| 39 | <a href="#">Monitoring środowiska</a> (PDW-8)*         | Istniejące w Polsce systemy pomiarów, ocen i prognoz stanu środowiska, metody i gromadzenia, przetwarzania informacji o środowisku. Opracowywanie zestawień, raportów, komunikatów. Nauka korzystania z dostępnych zasobów informacji o stanie środowiska. Omówienie metod laboratoryjnych stosowanych w monitoringu środowiska, podstawy monitorowania powietrza wody i gleby. Pobieranie próbek wody i gleb. Konserwacja, zateżanie próbek. Przygotowywanie próbek do pomiarów. Podstawowe oznaczania fizykochemiczne wody: pH, przewodnictwo, zawartość rozpuszczonego tlenu. Analizy chemiczne wody - oznaczanie stężeń jonów metali różnymi metodami. Wykonywanie ekstraktów glebowych. Monitoring gleb: Podstawowe oznaczania fizykochemiczne roztworów glebowych: pH (w wodzie i roztworze KCl) , przewodnictwo. Rozdział frakcji humusowych i ich oznaczenia ilościowe. Oznaczenia zawartości jonów metali w glebach oraz roztworach glebowych. | K_W04, K_W05, K_W09<br>K_U02, K_U03<br>K_K04  |
| 40 | <a href="#">Elementy syntezy organicznej</a> (PDW-8)*  | Praktyczne aspekty wieloetapowej syntezy organicznej. Synteza wieloetapowa, analiza poszczególnych etapów przy użyciu metod spektroskopowych (NMR, IR, UV-Vis, Fluorescencja) Kontrola nad wykonywanym eksperymentem. Ocena wyniku badań eksperymentalnych w oparciu o dane literaturowe.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | K_W04, K_W05, K_W08<br>K_U02, K_U03,<br>K_K04 |
| 41 | <a href="#">Spektroskopia ciała stałego</a> (PDW-7)*   | Związek symetrii struktury krystalicznej z widmami IR i Ramana. Zastosowanie teorii grup w problemach spektroskopowych. Korelacja między strukturą molekularną, strukturą kryształu a geometrią pomiaru spektroskopowego w ciele stałym. Spektroskopia w podczerwieni i ramanowska w zastosowaniu do kryształów. Efekty związane ze strukturalnymi przemianami fazowymi. Drgania wewnętrzne cząsteczek organicznych – przypisania drgań do pasm obserwowanych w widmach. Wiązanie wodorowe.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | K_W04, K_W05, K_W08<br>K_U02, K_U03           |

|    |                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                     |
|----|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|    |                                                                | Spektroskopia UV-Vis. Wpływ symetrii, struktury cząsteczki, temperatury i ciśnienia na widmo UV-Vis. Nieelastyczne rozpraszanie neutronów (IINS) – zastosowanie do ciała stałego. Rejestracja i analiza widma w podczerwieni dla ciała stałego. Rejestracja i analiza widma ramanowskiego dla polikryształu. Rejestracja i analiza widma ramanowskiego dla monokryształu w różnych konfiguracjach. Analiza widma rozpraszania neutronów (INS i QENS) dla kompleksu molekularnego, spektroskopia tunelowa. Zastosowanie całki splotu w dopasowaniu modelu do widma eksperymentalnego. Rejestracja i analiza widma UV-Vis dla ciała stałego.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                     |
| 42 | <a href="#">Spektroskopia elektronowa w praktyce</a> (PDW-8)*  | Podziały przejść elektronowych, czytanie widma elektronowego, budowa aparatury do pomiarów widm elektronowych, dobór parametrów pomiaru, filtry promieniowania, synergiczność wyników pomiarów widm elektronowych z wynikami innych badań fizykochemicznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | K_W04, K_W05, K_W08<br>K_U02, K_U03 |
| 43 | <a href="#">Elementy chemii produktów naturalnych</a> (PDW-8)* | Pojęcie i definicja produktów naturalnych, metabolizm pierwotny i wtórny, mechanizmy najważniejszych reakcji metabolicznych, metody badania dróg biosyntezy produktów naturalnych, produkty naturalne powstające w wyniku metabolizmu: „aktywnego octanu”, kwasu szikimowego, kwasu mewalonowego, Aminokwasów, poszukiwanie nowych substancji aktywnych biologicznie. Wyodrębnianie, oczyszczanie oraz określanie struktury produktów naturalnych, metabolomika – próba całościowego ujęcia przemian chemicznych w komórce, dlaczego produkty naturalne są „aktywne biologicznie”? przeprowadzenie izolacji i oczyszczania siedmiu substancji z załączonej listy preparatów (kofeina, piperyna, eugenol, acetylo Eugenol, aldehyd cynamonowy, cholesterol, nikotyna, limonen, teobromina, karotenoidy, trimirystyna, taksyny), dla wszystkich wydzielonych substancji należy zbadać stopień czystości preparatu, na podstawie Tł, wsp. załamania, TLC, dla 3 wybranych substancji przeanalizować i zinterpretować załączone widmo (NMR, EI-MS, ESI-MS, IR) | K_W04, K_W05, K_W08<br>K_U02, K_U03 |
| 44 | <a href="#">Sensory chemiczne i biosensory</a> (PDW-8)*        | Klasyfikacja czujników chemicznych i bioczujników. Selektywność i specyficzność sensorów i biosensorów. Typy związków i biomolekuł w konstruowaniu sensorów chemicznych i biosensorów. Metody pomiarowe wykorzystywane w pracy sensorów i biosensorów. Sensory chemiczne i biosensory wykorzystywane w przemyśle, farmacji i medycynie. Sensory oparte o włókna światłowodowe. Zastosowanie sensorów chemicznych i biosensorów. Aktualne kierunki rozwoju sensorów chemicznych i biosensorów.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | K_W04, K_W05, K_W08<br>K_U02, K_U03 |
| 45 | <a href="#">Analiza matematyczna</a> (PDW-9)*                  | Matematyka dla chemików, podstawowe metody matematyczne. Wykład i ćwiczenia będą prowadzone równolegle do wykładu kursowego z matematyki, dlatego treść zajęć będzie odpowiadała treści głównego wykładu. Część zajęć będzie poświęcona dowodzeniu podstawowych twierdzeń, które na wykładzie kursowym będą jedynie sformułowane, dokładniejsze omawianie trudniejszych zagadnień oraz rozwiązywanie trudniejszych zadań.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | K_W02, K_W03<br>K_U04               |

|    |                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 46 | <a href="#">Siły i równowaga w układach molekularnych</a><br>(PDW-9)* | Rys historyczny i rozwój podstawowych pojęć termodynamiki. Podstawowe koncepcje metody statystycznej w termodynamice. Podstawowe pojęcia kombinatoryki i rachunku prawdopodobieństwa. Zasada ekstremum a stan równowagi. Zasada zachowania energii. Entropia i rozkład Boltzmanna. Wielkości termodynamiczne, warunki równowagi, potencjały termodynamiczne. Warunki laboratoryjne a energia swobodna i entalpia swobodna. Związek termodynamiki fenomenologicznej i statystycznej, suma statystyczna. Zespół mikrokanoniczny i kanoniczny. Twierdzenie o ekwipartycji energii, paradoks Gibbsa. Suma stanów układów molekularnych. Wybrane zastosowania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | K_W02, K_W03<br>K_U04 |
| 47 | <a href="#">Symetria w chemii</a><br>(PDW-9)*                         | Określenia i twierdzenia teorii grup: symetria, obiekt symetryczny, znajomość symetrii. Symetria cząsteczek. Elementy symetrii. Operacje symetrii. Iloczyn operacji symetrii. Tabela mnożenia grupowego. Przekształcenie podobieństwa. Klasy. Grupy symetrii. Grupy cykliczne i podgrupy. Notacja Schoenfliesa i Hermanna-Mauguina. Bryły platońskie. Klasyfikacja cząsteczek do grup punktowych. Określenia i twierdzenia teorii reprezentacji. Reprezentacje grup. Baza reprezentacji. Charakter reprezentacji. Reprezentacja pełnosymetryczna. Reprezentacja jedynekowa i macierzowa. Reprezentacje redukowalne i nieredukowalne. Tabele charakterów. Symbole Mullikena. "Wielkie twierdzenie o ortogonalności". Teoria grup a chemia kwantowa. Funkcje falowe jako funkcje bazy reprezentacji nieprzywiednych. Iloczyn prosty. Symetria stanu elektronowego. Orbitale symetrii (adaptowanej). Operatory rzutowe. Zastosowania symetrii w teorii orbitali molekularnych. Wolne pary elektronowe w wodzie a symetria. Diagram poziomów energetycznych. Diagram korelacyjny. Zastosowania w spektroskopii przejść elektronowych i podczerwonych. Polaryzacja przejść elektronowych. Symetria stanów wibracyjnych. | K_W02, K_W03<br>K_U04 |
| 48 | <a href="#">Wiązania chemiczne</a><br>(PDW-9)*                        | Atom wieloelektronowy – przybliżenie jednoelektronowe, funkcja falowa układu wieloelektronowego. Przybliżenie Borna-Oppenheimera – krzywe energii potencjalnej, powierzchnie i hiperpowierzchnie energii potencjalnej. Teoria orbitali molekularnych (MO) – wiązania chemiczne w cząsteczkach: $H_2^+$ , $H_2$ , $He_2^+$ . Teoria wiązań walencyjnych (VB). Porównanie obu metod na przykładzie cząsteczki $H_2$ . Wiązania chemiczne w cząsteczkach dwuatomowych homo- i heterojądrowych, konfiguracje elektronowe. Metoda LCAO-MO i warunki jej stosowalności. Wiązania wielokrotne. Hybrydyzacja w cząsteczkach wieloatomowych, zalety i wady koncepcji hybrydyzacji. Wiązania zdelokalizowane. Diagramy Walsha.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | K_W02, K_W03<br>K_U04 |
| 49 | <a href="#">Podstawy chemometrii</a><br>(PDW-9)*                      | Podstawowe pojęcia stosowane w chemometrii, matematyczne podstawy chemometrii, narzędzia stosowane w analizie chemometrycznej, wstępna obróbka i przygotowanie danych do analizy chemometrycznej, analiza wielowymiarowych danych, analiza głównych składowych (PCA), klasyczna metoda najmniejszych kwadratów (CLS), metoda cząstkowych najmniejszych kwadratów (PLS), metody klasyfikacji obiektów.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | K_W02, K_W03<br>K_U04 |



|    |                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                              |
|----|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 50 | <a href="#">Matematyczna interpretacja danych doświadczalnych</a> (PDW-10)* | Dane doświadczalne jako wynik eksperymentu, wynik pomiaru i sposoby jego zapisu, pojęcie błędu oraz jego wpływ na wyniki, powtarzalność wyników oraz metody jej testowania, elementy statystyki: rozkład Poissona, rozkład dwumianowy, rozkład gamma, rozkład Weibulla, rozkład Studenta, testy na nieprzypadkowość, korelacja i regresja, testowanie hipotez statystycznych: testy parametryczne, testy nieparametryczne, interpretacja wyników pomiarów o tej samej dokładności, interpretacja wyników pomiarów o różnej dokładności, zarządzanie zbiorami danych eksperymentalnych, walidacja wybranych metod.                                                                                                                                                                                                 | K_W02, K_W03<br>K_U04                        |
| 51 | <a href="#">Nowoczesne metody preparatyki nieorganicznej</a> (PDW-10)*      | Metody syntezy prostych związków nieorganicznych z wykorzystaniem konwencjonalnych źródeł energii. Synteza związków koordynacyjnych i metaloorganicznych. Reakcje kompleksowania indukowane prekursorem. Metody syntezy oparte na fizycznych metodach aktywacji substancji reagujących - mikrofałe. Metody syntezy w wysokich temperaturach, metody hydrotermalne i solwotermalne. Metody syntezy i oczyszczania związków nieorganicznych w niskich temperaturach. Reakcje fotochemiczne. Reakcje syntezy w fazie stałej - mechanochemia. Synteza polimerów koordynacyjnych.                                                                                                                                                                                                                                      | K_W01, K_W04, K_W08<br>K_U02, K_U06<br>K_K04 |
| 52 | <a href="#">Struktura i zastosowania związków nieorganicznych</a> (PDW-10)* | Synteza w ciele stałym, z użyciem topników, solwotermalna, zasady doboru substratów do techniki syntezy, sposoby monitorowania przebiegu reakcji chemicznej w ciele stałym, uzupełniający charakter informacji o materiale uzyskiwanych technikami: spektroskopowymi, dyfrakcji proszkowej, mikroskopii elektronowej, raportowanie: analiza – synteza – wnioski.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | K_W01, K_W04, K_W08<br>K_U02, K_U06<br>K_K04 |
| 53 | <a href="#">Zielona chemia</a> (PDW-10)*                                    | Definicja i zasady zielonej chemii. Zjawisko katalizy, katalizatory homogeniczne i heterogeniczne w przemyśle, katalizatory samochodowe. Kryteria doboru rozpuszczalników do reakcji chemicznych, ciecze jonowe – synteza, właściwości i zastosowania. Podstawy syntezy asymetrycznej. Wykorzystanie surowców odnawialnych i metod biotechnologicznych w syntezie chemicznej. Mikrofałe i ultradźwięki jako źródło energii w procesach chemicznych. Charakterystyka i zastosowanie cieczy nadkrytycznych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | K_W01, K_W04, K_W08<br>K_U02, K_U06<br>K_K04 |
| 54 | <a href="#">Zaawansowane metody badania materiałów</a> (PDW-10)*            | Klasyfikacja metod pomiarowych stosowanych do charakteryzowania materiałów w fazie stałej, metody termiczne (DSC, TMA, DTG), rozszerzalność termiczna kryształów, DTA, DTG, metody dielektryczne statyczne, metody dielektryczne – relaksacja, NMR ciała stałego, czas relaksacji spin-sieci i drugi moment, metoda rozpraszania neutronów INS, QENS i dyfrakcja neutronów, metody synchrotronowe, metody spektroskopowe jakościowej i ilościowej charakteryzacji materiałów w fazie stałej, pomiar różnicowej kalorymetrii skaningowej dla przemiany strukturalnej, pomiar statycznej charakterystyki dielektrycznej monokryształu i polikryształu, wyznaczanie dielektrycznego czasu relaksacji, pomiar rozszerzalności termicznej monokryształu, pomiar temperaturowej zależności przewodnictwa monokryształu. | K_W01, K_W04, K_W08<br>K_U02, K_U06<br>K_K03 |

|    |                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                     |
|----|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 55 | <a href="#">Chemia polimerów i biomateriałów</a> (PDW11)*               | Podstawy chemii i technologii polimerów (m. in: klasyfikacja, monomery, masa cząsteczkowa, topologia, taktyczność, kopolimery, polireakcje, katalizatory, kontrolowane żyjące procesy polimeryzacji). Technologie zrównoważone syntez materiałów polimerowych i biomateriałów. Alternatywne źródła odnawialne surowców do produkcji monomerów/polimerów. Degradowalne, biodegradowalne materiały polimerowe, zielone eko - polimery i biomateriały. Gospodarka/zarządzanie odpadami polimerowymi, recycling/upcycling materiałów polimerowych. Funkcjonalne materiały polimerowe, polimery z pamięcią kształtu, autoregeneracyjne itp. Eko-profil produkcji polimerów (filary E, E, S), przykłady: np. poliestry (PLA, PCL, PLGA) synteza w technologiach zielonych oraz aplikacje w eko produktach tzw. krótkiego czasu życia (opakowania, agrochemia), medycyna i farmacja (kontrolowane uwalnianie leków, bioimplanty, rusztowania tkankowe, sterowana regeneracja kości). Analiza procesu otrzymywania PLA metodą LCA (analiza surowców klasycznych, na bazie biomasy, surowców odpadowych, emisji gazów w tym cieplarnianych, wody technologicznej/irygacyjnej, energia odnawialna, biorafineria. Metody syntezy biomateriałów, materiałów hybrydowych, biokompozytów oraz ich zastosowania. | K_W01, K_W04, K_W08<br>K_U01, K_U02, K_U06<br>K_K04 |
| 56 | <a href="#">Biomakromolekuły</a> (PDW-11)*                              | Chemia polimerów: pojęcie makromolekuły i polimeru, polimeryzacja i polikondensacja, polimeryzacja jako reakcja łańcuchowa: mechanizmy reakcji łańcuchowych: Specjalne zastosowania polimerów: w medycynie, w syntezie chemicznej, w analityce; elementy chemii supramolekularnej; biomakromolekuły: polipeptydy i białka; kwasy nukleinowe: nukleotydy nukleozydy i polinukleotydy, konformacja oraz budowa przestrzenna; cukry: monosacharydy, polisacharydy, oligosacharydy; praktyczne przeprowadzenie wybranych eksperymentów (Wyznaczanie masy cząsteczkowej oligomerów, modyfikacja chemiczna oraz oczyszczanie białka, synteza i sekwencjonowanie oligolipeptydów, depolimeryzacja polistyrenu).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | K_W01, K_W04, K_W08<br>K_U01, K_U02, K_U06<br>K_K03 |
| 57 | <a href="#">Metody luminescencyjne w badaniach materiałów</a> (PDW-11)* | Materiały luminescencyjne i miejsca ich aplikacji. Przykładowe luminofory komercyjne, elementy historii ich odkrycia i rozwoju. Nowoczesny sprzęt pomiarowy i techniki w badaniu luminoforów. Zastosowania, podstawowe wymagania stawiane luminoforom, synergiczność wybranych technik badawczych.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | K_W01, K_W04, K_W08<br>K_U01, K_U02, K_U06<br>K_K04 |
| 58 | <a href="#">Chemia jądrowa i radiacyjna</a> (PDW-11)*                   | Składniki jądra atomowego. Energia jąder, siły jądrowe i cząstki elementarne. Modele struktury jądra atomowego. Kinetyka rozpadu promieniotwórczego. Samorzutne przemiany jądrowe. Reakcje jądrowe i termojądrowe – reaktory atomowe. Zastosowanie izotopów promieniotwórczych. Źródła promieniowania jonizującego w środowisku naturalnym. Działanie promieniowania jądrowego na materię żywą. Działanie promieniowania jonizującego na organizm człowieka – hipoteza LNT oraz hormeza radiacyjna. Radioliza wody i roztworów wodnych. Technika radiacyjna w medycynie, przemyśle, rolnictwie i ochronie środowiska.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | K_W01, K_W04, K_W08<br>K_U01, K_U02, K_U06<br>K_K04 |



|    |                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 59 | <a href="#">Podstawy diagnostyki laboratoryjnej</a> (PDW-11)*                 | Dobra Praktyka Laboratoryjna. Postępowanie pacjenta przed przystąpieniem do badań laboratoryjnych – informacje podstawowe. Przyszłość i teraźniejszość diagnostyki. Choroby cywilizacyjne- sposoby diagnozowania. Współpraca chemik- diagnosta laboratoryjny. Co dzieje się z materiałem oddanym do laboratorium. Metody klasyczne stosowane w laboratoriach medycznych oraz metody kontrowersyjne obecne na rynku. Interferencje w metodach suchej chemii. Interpretacja podstawowych parametrów występujących na wynikach badań laboratoryjnych.                                                                                                                                                                                                                                            | W04, K_W09<br>K_U01, K_U02, K_U06<br>K_K03                         |
| 60 | <a href="#">Przygotowanie pracy dyplomowej -projekt indywidualny</a> (PDW-12) | Zagadnienia z chemii zatwierdzone jako tematy prac licencjackich; projekt badawczy indywidualny, realizacja eksperymentu z tematyki badawczej promotora, synteza, badania fizykochemiczne otrzymanego produktu i wnioski z przeprowadzonych badań. Indywidualne opracowanie teoretyczne zagadnienia, które wiąże się z tematyką badawczą zespołu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | K_U01, K_U02, K_U03,<br>K_U05, K_U07, K_U09<br>K_K01, K_K02, K_K03 |
| 61 | <a href="#">Seminarium licencjackie – projekt grupowy</a> (PDW-12)            | Projekt grupowy, zasady pracy w grupie – osiem kroków realizacji projektu. Rola lidera grupy. Grupowe opracowanie literaturowe na wybrany temat z tematyki związanej z zagadnieniami wybranego zespołu badawczego lub kierunku studiów. Przygotowanie grupowe prezentacji projektu, ocena projektu i ocena prezentacji, samoocena.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | K_U01, K_U02, K_U05,<br>K_U06, K_U09<br>K_K01, K_K02, K_K03        |
| 62 | <a href="#">Dyskursy mediów</a> (PDW-13)*                                     | Wprowadzenie do teorii dyskursu i komunikacji. Dyskurs z perspektywy lingwistycznej – paradygmat obiektywistyczny i doświadczeniowy, język i wytwarzanie wiedzy. Konstruktywistyczne rozumienie komunikacji. Teoria mediów masowych i dyskursy medialne według Niklasa Luhmanna. Różne spojrzenia na dyskursy medialne i ich analizy – Foucault, Bourdieu, Fairclough, Chomsky. Typologia dyskursów. Modele komunikacji a dyskursy medialne. Typy dyskursów: interdyskurs, dyskursy specjalistyczne (subkulturowe). Pojęcie mediatyzacji. Sposoby badania dyskursów. Dyskursy medialne w dobie postprawdy. Jak badać dyskursy. Rzetelność i obiektywność informacji medialnych.                                                                                                               | K_W09                                                              |
| 63 | <a href="#">Perswazyjne działania językowe</a> (PDW-13)*                      | Różnice znaczeniowe między terminami: perswazja, retoryka, erystyka, propaganda, argumentacja, manipulacja. Historia propagandy. Język polskiej propagandy politycznej. Retoryka w komunikacji społecznej. Perswazja – znaczenie; perswazja w komunikacji interpersonalnej. Zasady przygotowania i realizowania wystąpień publicznych. Przemówienia – specyficzny rodzaj wypowiedzi retorycznej. Erystyka – znaczenie technik erystycznych w komunikacji medialnej. Wykorzystanie technik erystycznych w debatach medialnych. Językowe aspekty reklam komercyjnych i politycznych. Techniki prowadzenie negocjacji. Język reklam radiowych i telewizyjnych. Zasady redagowania ulotnych druków reklamowych. Techniki dyskredytacji przeciwnika. Niewerbalne aspekty komunikacji perswazyjnej. | K_W09                                                              |

Opis efektów uczenia się zdefiniowanych dla programów studiów w odniesieniu do charakterystyk drugiego stopnia Polskiej Ramy Kwalifikacji dla kwalifikacji na poziomie 6, uzyskiwanych w ramach systemu szkolnictwa wyższego i nauki po uzyskaniu kwalifikacji pełnej na poziomie 4.

|                                                |                                                                                                                                                                      |                                                                    |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Symbol efektu uczenia się dla programu studiów | <b>Efekty uczenia się dla kierunku studiów</b><br>Po ukończeniu studiów pierwszego stopnia na kierunku <i>Chemia</i> absolwent uzyska efekty uczenia się w zakresie: | Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia PRK ( <i>kody</i> ) |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|

| <b>WIEDZA</b> |                                                                                                                                                                                      |        |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| K_W01         | posiada zaawansowaną wiedzę w zakresie podstawowych działów chemii, posługuje się właściwą terminologią i nomenklaturą chemiczną, rozumie relacje pomiędzy strukturą i reaktywnością | P6S_WG |
| K_W02         | zna podstawy matematyki wyższej, opisuje i analizuje zjawiska fizyczne i procesy chemiczne adekwatnym aparatem matematycznym                                                         | P6S_WG |
| K_W03         | zna metody obliczeniowe oraz narzędzia informatyczne umożliwiające rozwiązywanie typowych problemów z zakresu chemii                                                                 | P6S_WG |
| K_W04         | dysponuje zaawansowaną wiedzą w zakresie budowy, funkcjonowania i zastosowania wybranej aparatury kontrolno-pomiarowej                                                               | P6S_WG |
| K_W05         | posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu zasad bezpiecznej pracy w laboratorium umożliwiającą odpowiedzialne stosowanie nabytej wiedzy w praktyce zawodowej                             | P6S_WG |
| K_W06         | zna aspekty prawne i etyczne związane z działalnością zawodową                                                                                                                       | P6S_WK |
| K_W07         | posiada podstawową wiedzę z tematyki prawa autorskiego, ochrony własności intelektualnej i systemu informacji patentowej                                                             | P6S_WK |
| K_W08         | zna i rozumie fundamentalne dylematy współczesnej cywilizacji związane z właściwym gospodarowaniem związkami chemicznymi i ochroną środowiska                                        | P6S_WK |
| K_W09         | ma podstawową wiedzę z zakresu metodologii i terminologii komunikacji społecznej                                                                                                     | P6S_WG |
| K_W10         | zna współczesny rynek pracy oraz zasady tworzenia i rozwoju różnych form przedsiębiorczości                                                                                          | P6S_WK |

| UMIEJĘTNOŚCI          |                                                                                                                                                              |                  |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| K_U01                 | potrafi stosować zdobytą wiedzę do opisu zjawisk i procesów chemicznych oraz rozwiązywania problemów z zakresu chemii                                        | P6S_UW           |
| K_U02                 | potrafi planować i wykonać badania eksperymentalne oraz rozwiązywać proste problemy chemiczne o charakterze jakościowym i ilościowym                         | P6S_UW           |
| K_U03                 | wykorzystuje odpowiednie techniki laboratoryjne i metody badawcze do syntez i charakterystyki związków chemicznych                                           | P6S_UW           |
| K_U04                 | stosuje podstawowe metody statystyczne i numeryczne oraz techniki i narzędzia informatyczne do opisu procesów chemicznych i analizy danych eksperymentalnych | P6S_UW           |
| K_U05                 | opracowuje i przedstawia wyniki prac laboratoryjnych w postaci form pisemnych lub prezentacji oraz weryfikuje je z danymi literaturowymi                     | P6S_UK           |
| K_U06                 | wybiera niezbędne informacje z literatury specjalistycznej w języku polskim i angielskim, opisuje i dyskutuje aktualne zagadnienia związane z chemią         | P6S_UW<br>P6S_UK |
| K_U07                 | posługuje się językiem obcym na poziomie B2 określonym dla Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego                                                | P6S_UK           |
| K_U08                 | posiada umiejętność organizowania pracy zespołowej i realizacji powierzonych zadań indywidualnych i grupowych                                                | P6S_UO           |
| K_U09                 | potrafi samodzielnie zdobywać wiedzę i planować własny rozwój zawodowy                                                                                       | P6S_UU           |
| KOMPETENCJE SPOŁECZNE |                                                                                                                                                              |                  |
| K_K01                 | rozumie potrzebę ciągłego podnoszenia kompetencji zawodowych, potrafi wykorzystać zdobytą wiedzę do wykonywania zawodu oraz korzystać z opinii ekspertów     | P6S_KK           |
| K_K02                 | odpowiedzialnie pełni różne role zawodowe związane z chemią z zachowaniem zasad bezpieczeństwa i higieny pracy                                               | P6S_KR           |
| K_K03                 | jest gotów do przestrzegania zasad etyki zawodowej                                                                                                           | P6S_KR           |
| K_K04                 | jest przygotowany do wypełniania zobowiązań społecznych związanych z bezpieczeństwem chemicznym i ochroną środowiska                                         | P6S_KO           |
| K_K05                 | jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy w branży chemicznej                                                                              | P6S_KO           |