

|    |                           |                           |
|----|---------------------------|---------------------------|
| 1. | <b>Nazwa kierunku</b>     | <b>fizyka techniczna</b>  |
| 2. | Cykl rozpoczęcia          | 2017/2018 (semestr letni) |
| 3. | Poziom kształcenia        | studia drugiego stopnia   |
| 4. | Profil kształcenia        | ogólnoakademicki          |
| 5. | Forma prowadzenia studiów | stacjonarna               |

**Moduł kształcenia:**           Metody eksperymentalne fizyki

**Kod modułu:** 0305-2FT-14-10

**1. Liczba punktów ECTS:** 6

| <b>2. Zakładane efekty kształcenia modułu</b> |  |                                    |                                       |
|---|--|------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>kod</b>                                    | <b>opis</b>  | <b>efekty kształcenia kierunku</b> | <b>stopień realizacji (skala 1-5)</b> |
| 2FT-14-10-01                                  | zna techniki doświadczalne stosowane w badaniach oraz nowoczesne techniki pomiarowe stosowane w przemyśle  | KFT_W04                            | 5                                     |
| 2FT-14-10-02                                  | zna i rozumie opis zjawisk fizycznych w ramach wybranych modeli teoretycznych; potrafi samodzielnie odtworzyć podstawowe prawa fizyczne  | KFT_W05                            | 4                                     |
| 2FT-14-10-03                                  | zna budowę i zasadę działania aparatury naukowej i pomiarowej  | KFT_W08                            | 4                                     |
| 2FT-14-10-04                                  | zna podstawowe zasady bezpieczeństwa i higieny pracy w stopniu pozwalającym na samodzielną pracę na stanowisku badawczym lub pomiarowym, w tym w warunkach narażenia na promieniowanie           | KFT_W09                            | 3                                     |
| 2FT-14-10-05                                  | potrafi w sposób krytyczny dokonać analizy wyników pomiarów, uwzględniając niepewności statystyczne i błędy systematyczne,   | KFT_U07                            | 5                                     |
| 2FT-14-10-06                                  | potrafi samodzielnie przygotować opracowanie wyników badań zawierające: uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, opis, analizę i dyskusję otrzymanych wyników na tle danych literaturowych | KFT_U11                            | 3                                     |
| 2FT-14-10-07                                  | rozumie potrzebę dalszego kształcenia, umie pracować indywidualnie i w zespole oraz potrafi inspirować dyskusje dotyczące badanych problemów   | KFT_K01<br>KFT_K03<br>KFT_U12      | 2<br>2<br>2                           |

| <b>3. Opis modułu</b> |   |
|-----------------------|---|
| <b>Opis</b>           | Na wykładach student poznaje następujące zagadnienia: <ul style="list-style-type: none"> <li>•Spektrum fal elektromagnetycznych.</li> <li>•Struktura elektronowa atomu.</li> <li>•Źródła promieni rentgenowskich - różne rodzaje lamp rentgenowskich, promieniowanie synchrotronowe.</li> </ul> |

- Absorpcja promieni rentgenowskich.
  - Tomografia rentgenowska.
  - Ciała krystaliczne i bezpostaciowe.
  - Oddziaływanie promieni rentgenowskich z siecią krystaliczną (XRD), równanie Bragga.
  - Dyfraktometry - proszkowe i monokrystaliczne, aparatura dostępna na rynku.
  - Identyfikacja substancji, bazy danych.
  - Wyznaczanie parametrów komórki elementarnej i położeń atomów w komórce elementarnej metoda Rietvelda oraz badanie przemian fazowych.
  - Wyznaczanie procentowej zawartości faz w próbce.
  - Reflektometria, badanie tekstury oraz naprężeń.
  - Przykłady zastosowań dyfrakcji promieni rentgenowskich.
  - Defekty sieci krystalicznej i ich badanie.
  - Spektroskopia promieni rentgenowskich wzbudzanych promieniami rentgenowskimi (XPS, ESCA).
  - Spektrometry XPS, ultrawysoka próżnia, profile wgłębne.
  - Wyznaczanie koncentracji atomowych oraz określanie stanów chemicznych.
  - Przykłady zastosowań XPS.
  - Fluorescencja rentgenowska.
  - Spektroskopia promieniowania rentgenowskiego – EDXRF, WDXRF, TRXRF oraz PIXE.
  - Analiza jakościowa i ilościowa przy zastosowaniu wzorców lub metody parametrów fundamentalnych.
  - Ograniczenia metody XRF, analiza pierwiastków śladowych.
  - Spektrometry XRF i ich zastosowanie
  - PIGE – indukowana cząstkami emisja promieni gamma.
  - Spektroskopia elektronów Auger'a.
  - XANES – absorpcja promieni rentgenowskich w pobliżu krawędzi absorpcji.
  - XAS – rentgenowska spektroskopia absorpcyjna.
  - Dyfrakcja elektronów.
  - Mikroskopy elektronowe - skaningowy (SEM) i transmisyjny (TEM), budowa mikroskopu.
  - Zdolność rozdzielcza.
  - Przygotowanie preparatów - substancje przewodzące, izolatory, substancje biologiczne.
  - Środowiskowy elektronowy mikroskop skaningowy (ESEM).
  - Dyfrakcja niskoenergetycznych elektronów - LEED.
  - Produkowane obecnie mikroskopy elektronowe - krótka charakterystyka.
  - Zastosowanie mikroskopów elektronowych - przykłady.
  - Izotopy, trwałość izotopów.
  - Podstawy spektrometrii masowej.
  - Rozdzielanie izotopów i ich identyfikacja.
  - Spektrometria masowa jonów wtórnych – SIMS oraz cząstek neutralnych - SNMS.
  - Spektrometria masowa jonów wtórnych z analizatorem czasu przelotu - ToF SIMS
  - Przykłady zastosowań spektrometrii masowej.
- Na zajęciach laboratoryjnych student
- Zapoznaje się zasadami ochrony przed promieniowaniem rentgenowskim.
  - Zapoznaje się z dostępną aparaturą pomiarową.
  - Wykonuje pomiary korzystając ze spektrometrów XRD, XPS, AES i WDXRF.
  - Opracowuje wyniki pomiarów korzystając ze specjalistycznych programów.

|                          |   |
|--------------------------|---|
|                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>•Nabywa umiejętność interpretacji i krytycznej oceny uzyskanych wyników.</li> <li>•Nabywa umiejętność praktycznego zastosowania poznanych metod.</li> </ul> <p>W ramach pracy własnej student:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•W oparciu o notatki z wykładów i literaturę uzupełniającą dąży do utrwalenia pozyskanej wiedzy.</li> <li>•Przygotowuje zagadnienia wskazane przez prowadzącego.</li> <li>•Opracowuje wyniki pomiarów i sporządza sprawozdania.</li> </ul> |
| <b>Wymagania wstępne</b> | Wiedza z zakresu podstaw fizyki ciała stałego, atomowej i jądrowej oraz podstaw matematyki wyższej.   |

| <b>4. Sposoby weryfikacji efektów kształcenia modułu</b> |                                    |  |  |
|--|------------------------------------|--|--|
| <b>kod</b>   | <b>nazwa (typ)</b>                 | <b>opis</b>  | <b>efekty kształcenia modułu</b>                                     |
| 2FT-14-10-w-1  | aktywność na zajęciach             | przygotowanie do zajęć, aktywne uczestnictwo w zajęciach laboratoryjnych   | 2FT-14-10-01, 2FT-14-10-02, 2FT-14-10-03, 2FT-14-10-04, 2FT-14-10-07 |
| 2FT-14-10-w-2  | sprawozdanie z wykonanych pomiarów | sprawozdania zawierają wstęp teoretyczny, opis metody, procedurę wykonywania pomiarów, analizę wyników, porównanie otrzymanych wyników z danymi z bazy danych, dyskusję błędów, wnioski. | 2FT-14-10-05, 2FT-14-10-06, 2FT-14-10-07                             |
| 2FT-14-10-w-3  | egzamin                            | obowiązuje cały zakres materiału objęty wykładem   | 2FT-14-10-01, 2FT-14-10-02, 2FT-14-10-03, 2FT-14-10-04, 2FT-14-10-07 |

| <b>5. Rodzaje prowadzonych zajęć</b> |                                  |   |                      |  |                      |  |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|----------------------|--|----------------------|--|
| <b>kod</b>                           | <b>rodzaj prowadzonych zajęć</b> |   |                      | <b>praca własna studenta</b>                                   |                      | <b>sposoby weryfikacji efektów kształcenia</b> |
|                                      | <b>nazwa</b>                     | <b>opis (z uwzględnieniem metod dydaktycznych)</b>                              | <b>liczba godzin</b> | <b>opis</b>  | <b>liczba godzin</b> |  |
| 2FT-14-10-fs-1                       | wykład                           | wykład przy wykorzystaniu środków audiowizualnych                               | 30                   | lektura literatury uzupełniającej                              | 30                   | 2FT-14-10-w-3                                  |
| 2FT-14-10-fs-2                       | laboratorium                     | samodzielna praca, wykonywanie eksperymentów, rozwiązywanie problemów, dyskusja | 30                   | przygotowanie zagadnień i zadań wskazanych przez prowadzącego, | 45                   | 2FT-14-10-w-2                                  |