

## PROGRAM STUDIÓW

Obowiązuje od roku akademickiego: **2024/2025**

1. KIERUNEK STUDIÓW: **FIZYKA**
2. KOD ISCED: **0533**
3. FORMA/FORMY STUDIÓW: **STACJONARNA**
4. LICZBA SEMESTRÓW: **3**
5. TITUŁ ZAWODOWY NADAWANY ABSOLWENTOM: **MAGISTER**
6. PROFIL KSZTAŁCENIA: **OGÓLNOAKADEMICKI**
7. DZIEDZINA: **NAUKI ŚCISŁE I PRZYRODNICZE**
8. DYSCYPLINA NAUKOWA: **nauki fizyczne – 90 ECTS**
9. Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów: **90**
  - 1) liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia: ~~59~~ **54**
  - 2) liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć związanych z prowadzoną działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów w wymiarze większym niż 50% ogólnej liczby punktów ECTS): **81**
  - 3) liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje realizując zajęcia podlegające wyborowi (co najmniej 30% ogólnej liczby punktów ECTS): ~~47~~ **48**
  - 4) liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych: **5**

10. łączna liczba godzin zajęć: ~~2280~~ **2255** - w tym liczba godzin zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia: ~~1475~~ **1355** (dla studentów kontynuujących przygotowania do zawodu nauczyciela fizyki: **1375**)

11. **Koncepcja i cele kształcenia** (w tym opis sylwetki absolwenta):

Studia na kierunku fizyka w Uniwersytecie Jana Kochanowskiego w Kielcach prowadzone są zgodnie z wymogami Polskiej Ramy Kwalifikacji. Student w ciągu trzech semestrów nauki ma zdobyć atrakcyjny zawód i jak największy zasób praktycznych umiejętności, niezwykle istotnych w przyszłej pracy. Zawarty w programie studiów model kształcenia, zapewnia połączenie wiedzy teoretycznej, ogólnej i specjalistycznej z umiejętnościami praktycznymi.

Celem kształcenia na studiach drugiego stopnia jest wykształcenie absolwenta posiadającego:

- poszerzoną wiedzę i umiejętności z zakresu ogólnych zagadnień fizyki,
- znajomość podstawowego kanonu wiedzy z przedmiotów kierunkowych obejmujących zagadnienia fizyki doświadczalnej (wraz z umiejętnościami w zakresie pracy laboratoryjnej), fizyki teoretycznej, fizyki współczesnej oraz dziedzin pokrewnych,
- znajomość i umiejętność wykorzystywania aparatu matematycznego oraz podstaw metod numerycznych w zakresie niezbędnym do opisu i rozumienia podstawowych modeli matematycznych stosowanych w fizyce,
- umiejętność wykorzystania zdobytej wiedzy w pracy zawodowej,
- umiejętność rozwiązywania problemów zawodowych oraz umiejętność pracy zespołowej,
- umiejętność korzystania z literatury naukowej, komputerowych baz informatycznych w zakresie nauk fizycznych i pokrewnych,
- umiejętność prezentowania uzyskanych wyników,
- umiejętność posługiwania się językiem ~~obcym~~ **angielskim** na poziomie biegłości B2+ oraz językiem specjalistycznym w zakresie fizyki.

Studia II stopnia zapewniają absolwentowi wszechstronne i ogólne wykształcenie, aby mógł pracować zarówno w badaniach podstawowych, jak i aplikacyjnych. Absolwenci są przygotowani do pracy w szpitalach, w różnych działach medycyny w zakresie projektowania, integracji i eksploatacji nowoczesnych systemów diagnostycznych i terapeutycznych. Mają również kwalifikacje do pracy na stanowisku analityka w laboratoriach fizyko-chemicznych, jak i innych stanowiskach wymagających biegłego posługiwania się technikami laboratoryjnymi stosującymi nowe technologie wykorzystujące nanomateriały.

**Studia II stopnia na kierunku fizyka dają możliwość wyboru grupy przedmiotów stanowiących kontynuację kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela. Absolwenci, którzy dokonają takiego wyboru i będą kontynuować po studiach I stopnia edukację w ramach przedmiotów przygotowujących do zawodu nauczyciela fizyki uzyskają uprawnienia do jego wykonywania w szkole ponadpodstawowej.**

Absolwenci studiów II stopnia mogą kontynuować naukę na studiach w szkołach doktorskich oraz podnosić kwalifikacje na studiach podyplomowych.

12. **EFEKTY UCZENIA SIĘ:**

Objaśnienie symboli:

FIZ2A — efekty uczenia się dla kierunku fizyka, studia drugiego stopnia, profil ogólnoakademicki,

W — kategoria wiedzy, U — kategoria umiejętności, K — kategoria kompetencji społecznych,

01, 02, 03 i kolejne — numer efektu uczenia się.

| Symbole efektów uczenia się dla kierunku                      | Po ukończeniu studiów II stopnia na kierunku fizyka absolwent:                                                                                                                                                                                                                                             | Odniesienie efektów uczenia się do:                                                       |                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | uniwersalnych charakterystyk dla danego poziomu Polskiej Ramy Kwalifikacji (ustawa o ZSK) | charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6–7 Polskiej Ramy Kwalifikacji (rozporządzenie MNiSW) |
| w zakresie <b>WIEDZY</b> w pogłębionym stopniu zna i rozumie: |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                           |                                                                                                                                         |
| FIZ2A_W01                                                     | <del>ma pogłębioną wiedzę z zakresu podstawowych dziedzin fizyki</del><br>zagadnienia z zakresu fizyki klasycznej i kwantowej                                                                                                                                                                              | P7U_W                                                                                     | P7S_WG                                                                                                                                  |
| FIZ2A_W02                                                     | <del>ma pogłębioną, prowadzącą do specjalizacji, wiedzę szczegółową w wybranych obszarach fizyki, uwzględniającą najnowsze osiągnięcia</del><br>wybrany obszar nauk fizycznych i zagadnień z zakresu zaawansowanej wiedzy szczegółowej, prowadzący do specjalizacji i uwzględniający najnowsze osiągnięcia | P7U_W                                                                                     | P7S_WG                                                                                                                                  |
| FIZ2A_W03                                                     | <del>zna i rozumie w pogłębionym stopniu</del> zaawansowane zagadnienia z zakresu różnych dyscyplin naukowych związanych ze studiowanym kierunkiem i <b>wybraną ścieżką kształcenia</b> , uwzględniające najnowsze osiągnięcia oraz wiedzę interdyscyplinarną                                              | P7U_W                                                                                     | P7S_WG                                                                                                                                  |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |       |                  |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------|
| FIZ2A_W04 | <del>zna i rozumie w pogłębionym stopniu</del> wybrane treści humanistyczne i społeczne, w tym z historii i głównych idei rozwoju fizyki oraz cywilizacyjne znaczenie fizyki i jej zastosowań dla postępu nauki, poznania świata i rozwoju ludzkości                                                                                | P7U_W | P7S_WG<br>P7S_WK |
| FIZ2A_W05 | <del>zna i rozumie w pogłębionym stopniu</del> zaawansowaną matematykę wyższą, pozwalającą ilościowo opisać, zrozumieć i modelować problemy fizyczne oraz posługiwać się metodami matematycznymi w fizyce                                                                                                                           | P7U_W | P7S_WG           |
| FIZ2A_W06 | <del>zna techniki eksperymentalne oraz techniki obliczeniowe i informatyczne stosowane w fizyce i zastosowaniach fizycznych</del><br>zaawansowane techniki eksperymentalne oraz techniki obliczeniowe i informatyczne stosowane w fizyce i zastosowaniach fizycznych, pozwalające zaplanować i wykonać złożony eksperyment fizyczny | P7U_W | P7S_WG           |
| FIZ2A_W07 | najnowsze światowe dokonania ośrodków i szkół badawczych obejmujące wybrane obszary fizyki                                                                                                                                                                                                                                          | P7U_W | P7S_WG<br>P7S_WK |
| FIZ2A_W08 | <del>zna</del> zasady bezpieczeństwa i higieny pracy <del>w stopniu</del> umożliwiające samodzielną pracę w zakresie fizyki na stanowisku badawczym lub pomiarowym                                                                                                                                                                  | P7U_W | P7S_WK           |
| FIZ2A_W09 | <del>ma wiedzę na temat projektowania ścieżki własnego rozwoju i form indywidualnej przedsiębiorczości</del><br>pojęcia i zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości oraz projektowania ścieżki własnego rozwoju                                                                                              | P7U_W | P7S_WK           |
| FIZ2A_W10 | <del>posiada i rozumie wiedzę informatyczną, matematyczną i statystyczną niezbędną do analizy danych</del><br>zaawansowane zagadnienia informatyczne, matematyczne i statystyczne niezbędne do analizy danych                                                                                                                       |       |                  |

|                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |                             |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------|
| FIZ2A_W11                               | budowę i zasady działania oraz wykorzystania układów pomiarowych i aparatury badawczej stosowanej w fizyce i zastosowaniach fizycznych                                                                                                                                                                                                                                                                 | P7U_W | P7S_WG                      |
| FIZ2A_W12                               | pojęcia i zasady dotyczące podstawowych aktów prawnych, norm i zaleceń oraz niezbędnych przepisów prawa krajowego, Unii Europejskiej i prawa międzynarodowego związanych z ochroną własności przemysłowej, prawa autorskiego i własności intelektualnej                                                                                                                                                | P7U_W | P7S_WK                      |
| w zakresie <b>UMIEJĘTNOŚCI</b> potrafi: |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |       |                             |
| FIZ2A_U01                               | <del>wykazuje się znajomością metod eksperymentalnych oraz umiejętnością samodzielnego planowania i wykonywania eksperymentów, badania zjawisk i praw fizycznych oraz kierowania pracą zespołu</del><br>planować i przeprowadzać zaawansowane eksperymenty, symulacje i obserwacje dotyczące badania zjawisk i praw fizycznych, działając indywidualnie lub w zespole, także przyjmując funkcję lidera | P7U_U | P7S_UW<br>P7S_UO            |
| FIZ2A_U02                               | zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu złożonych i nietypowych problemów z wykorzystaniem poznanych metod i odpowiednich narzędzi                                                                                                                                                                                                                                                                   | P7U_U | P7S_UW                      |
| FIZ2A_U03                               | dokonać analizy i krytycznej oceny wyników pomiarów, obliczeń teoretycznych, obserwacji wraz z dyskusją błędów i niepewności pomiarowych                                                                                                                                                                                                                                                               | P7U_U | P7S_UW                      |
| FIZ2A_U04                               | znajdować niezbędne informacje w literaturze fachowej, czasopismach naukowych, bazach danych oraz innych źródłach w celu pozyskania niezbędnych informacji oraz posiada zdolność oceny rzetelności pozyskanych informacji                                                                                                                                                                              | P7U_U | P7S_UW<br><del>P7S_KK</del> |
| FIZ2A_U05                               | łączyć metody, idee i integrować wiedzę z różnych obszarów fizyki i pokrewnych dyscyplin naukowych oraz praktycznie                                                                                                                                                                                                                                                                                    | P7U_U | P7S_UW                      |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |                                                  |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------|
|           | stosować tę wiedzę w zastosowaniach związanych ze studiowanym kierunkiem studiów                                                                                                                                                                                                                                                             |       |                                                  |
| FIZ2A_U06 | potrafi zastosować zdobytą wiedzę do rozwiązania z zastosowaniem komputera problemów z różnych dziedzin nauki, gospodarki i techniki                                                                                                                                                                                                         | P7U_U | P7S_UW                                           |
| FIZ2A_U07 | przedstawiać wyniki badań własnych w postaci referatu/plakatu/prezentacji zawierających opis i uzasadnienie celu pracy, przyjętą metodologię, wyniki oraz ich znaczenie na tle innych podobnych badań                                                                                                                                        | P7U_U | P7S_UW<br><del>P7S_KK</del>                      |
| FIZ2A_U08 | potrafi przedstawiać w sposób przystępny aktualne zagadnienia i wyniki odkryć fizycznych oraz komunikować się na tematy specjalistyczne i prowadzić debatę                                                                                                                                                                                   | P7U_U | P7S_UK<br><del>P7S_KK</del><br><del>P7S_KR</del> |
| FIZ2A_U09 | przygotować i przedstawić krótką prezentację i wystąpienie w języku polskim i angielskim, dotyczącą zagadnień związanych ze studiowanym kierunkiem, z wykorzystaniem różnych źródeł wiedzy                                                                                                                                                   | P7U_U | P7S_UK<br><del>P7S_KK</del>                      |
| FIZ2A_U10 | potrafi wybrać dalszą drogę własnego rozwoju naukowego i ukierunkować innych w tym zakresie                                                                                                                                                                                                                                                  | P7U_U | P7S_UU                                           |
| FIZ2A_U11 | posługiwać się językiem <del>angielskim</del> <b>obcym</b> w stopniu pozwalającym na samodzielne uzupełnianie wykształcenia, korzystanie z literatury fachowej w zakresie fizyki i nauk pokrewnych oraz komunikowanie się ze specjalistami zgodnie z wymogami określonymi dla poziomu B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego | P7U_U | P7S_UK                                           |
| FIZ2A_U12 | potrafi obsługiwać sprzęt i aparaturę <b>charakterystyczną dla fizyki i wybranej ścieżki kształcenia</b> , stosować zasady i procedury bezpieczeństwa, poprawności działania oraz kontroli i jakości                                                                                                                                         | P7U_U | P7S_UW                                           |

|                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |                                                 |
|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------|
| FIZ2A_U13                                                       | <del>potrafi ocenić ograniczenia własnej wiedzy, potrzebę dalszego kształcenia się i</del> <b>samodzielnie</b> planować własną przyszłość <b>w kontekście potrzeby dalszego kształcenia się przez całe życie</b>                                                                                                             | P7U_U | P7S_UU                                          |
| FIZ2A_U14                                                       | <del>potrafi</del> współdziałać w zespole przyjmując różne role, określać zadania i priorytety działań, ma świadomość odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania                                                                                                                                                      | P7U_U | P7S_UO                                          |
| w zakresie <b>KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b> <b>jest gotów do:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |                                                 |
| FIZ2A_K01                                                       | doceniania znaczenia uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób, prawidłowego identyfikowania i rozstrzygania dylematów związanych z wykonywaniem zawodu, podejmowania właściwych działań i postępowania etycznego                                                                                       | P7U_K | P7S_KK<br>P7S_KR<br><del>P7S_WK</del>           |
| FIZ2A_K02                                                       | <del>rozumie potrzebę systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi; potrafi samodzielnie wyszukiwać informacje w literaturze, także w językach obcych</del><br><b>systematycznego zapoznawania się z czasopismami naukowymi i popularnonaukowymi, z krytyczną oceną odbieranych treści</b> | P7U_K | P7S_KK<br>P7S_KO<br>P7S_KR                      |
| FIZ2A_K03                                                       | samodzielnej pracy, mając świadomość odpowiedzialności za podejmowane inicjatywy badań, eksperymentów i obserwacji <b>oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych</b>                                                                                                            | P7U_K | P7S_KO<br>P7S_KR                                |
| FIZ2A_K04                                                       | wypełniania zobowiązań i działalności na rzecz środowiska społecznego, do innowacyjności, dostrzegania szans i ich wykorzystywania, rozwiązywania problemów z uwzględnieniem skutków społeczno-ekonomicznych, formułowania opinii dotyczących kwestii zawodowych i                                                           | P7U_K | P7S_KK<br>P7S_KO<br>P7S_KR<br><del>P7S_WK</del> |

|  |                                                                                     |  |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | argumentowania na ich rzecz zarówno w środowisku specjalistów jak i niespecjalistów |  |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

Studenci przygotowujący się do zawodu nauczyciela osiągają ponadto efekty z zakresu przygotowania do zawodu nauczyciela opisane poniżej.

**Kształcenie przygotowujące do wykonywania zawodu nauczyciela fizyki na studiach II stopnia profil ogólnoakademicki zgodne z Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dn. 25 lipca 2019r. (z późniejszymi zmianami) w sprawie kształcenia przygotowującego do wykonywania zawodu nauczyciela – zał. 1**

| <b>Symbole efektów uczenia się dla kierunku</b>               | <b>Po ukończeniu studiów absolwent</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>Odniesienie efektów uczenia się do:</b>                                                |                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | uniwersalnych charakterystyk dla danego poziomu Polskiej Ramy Kwalifikacji (ustawa o ZSK) | charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6–7 Polskiej Ramy Kwalifikacji (rozporządzenie MNiSW) |
| <b>w zakresie WIEDZY w pogłębionym stopniu zna i rozumie:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                           |                                                                                                                                         |
| NAU2_W01                                                      | klasyczne i współczesne teorie rozwoju człowieka, wychowania, uczenia się i nauczania lub kształcenia oraz ich wartości aplikacyjne                                                                                                                                                                                                            | P7U_W                                                                                     | P7SW_K                                                                                                                                  |
| NAU2_W02                                                      | normy, procedury i dobre praktyki stosowane w działalności pedagogicznej (wychowanie przedszkolne, nauczanie w szkołach podstawowych i średnich ogólnokształcących, technikach i szkołach branżowych, szkołach specjalnych i oddziałach specjalnych oraz integracyjnych, w różnego typu ośrodkach wychowawczych oraz kształceniu ustawicznym); | P7U_W                                                                                     | P7SW_K                                                                                                                                  |
| NAU2_W03                                                      | zróżnicowanie potrzeb edukacyjnych uczniów i wynikające z nich zadania szkoły dotyczące dostosowania organizacji procesu kształcenia i wychowania;                                                                                                                                                                                             | P7U_W                                                                                     | P7SW_K                                                                                                                                  |
| NAU2_W04                                                      | sposoby projektowania i prowadzenia działań diagnostycznych w praktyce pedagogicznej;                                                                                                                                                                                                                                                          | P7U_W                                                                                     | P7SW_K                                                                                                                                  |



|                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |        |
|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
| NAU2_W05                                                      | strukturę i funkcje systemu oświaty – cele, podstawy prawne, organizację i funkcjonowanie instytucji edukacyjnych, wychowawczych i opiekuńczych, a także alternatywne formy edukacji;                                                                                                                           | P7U_W  | P7SW_K |
| NAU2_W06                                                      | procesy komunikowania interpersonalnego i społecznego oraz ich prawidłowości i zakłócenia;                                                                                                                                                                                                                      | P7U_W  | P7S_WG |
| NAU2_W07                                                      | treści nauczania i typowe trudności uczniów związane z ich opanowaniem;                                                                                                                                                                                                                                         | P67U_W | P7S_WG |
| NAU2_W08                                                      | metody nauczania i doboru efektywnych środków dydaktycznych, w tym zasobów internetowych, wspomagających nauczanie przedmiotu lub prowadzenie zajęć, z uwzględnieniem zróżnicowanych potrzeb edukacyjnych uczniów.                                                                                              | P7U_W  | P7S_WG |
| w zakresie <b>UMIEJĘTNOŚCI w pogłębionym stopniu potrafi:</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |        |
| NAU2_U01                                                      | obserwować sytuacje i zdarzenia pedagogiczne, analizować je z wykorzystaniem wiedzy pedagogiczno-psychologicznej oraz proponować rozwiązania problemów;                                                                                                                                                         | P7U_U  | P7S_UW |
| NAU2_U02                                                      | adekwatnie dobierać, tworzyć i dostosowywać do zróżnicowanych potrzeb uczniów materiały i środki, w tym z zakresu technologii informacyjno-komunikacyjnej, oraz metody pracy w celu samodzielnego projektowania i efektywnego realizowania działań pedagogicznych, dydaktycznych, wychowawczych i opiekuńczych; | P7U_U  | P7S_UO |
| NAU2_U03                                                      | rozpoznawać potrzeby, możliwości i uzdolnienia uczniów oraz projektować i prowadzić działania wspierające integralny rozwój uczniów, ich aktywność i uczestnictwo w procesie kształcenia i wychowania oraz w życiu społecznym;                                                                                  | P7U_U  | P7S_UO |
| NAU2_U04                                                      | projektować i realizować programy nauczania z uwzględnieniem zróżnicowanych potrzeb edukacyjnych uczniów;                                                                                                                                                                                                       | P7U_U  | P7S_UO |
| NAU2_U05                                                      | projektować i realizować programy wychowawczo-profilaktyczne w zakresie treści i działań wychowawczych i profilaktycznych skierowanych do uczniów, ich rodziców lub opiekunów i nauczycieli;                                                                                                                    | P7U_U  | P7S_UO |
| NAU2_U06                                                      | tworzyć sytuacje wychowawczo-dydaktyczne motywujące uczniów do nauki i pracy nad sobą, analizować ich skuteczność oraz modyfikować działania w celu uzyskania pożądanych efektów wychowania i kształcenia;                                                                                                      | P7U_U  | P7S_UO |

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                            |       |        |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|
| NAU2_U07                                                                       | podejmować pracę z uczniami rozbudzającą ich zainteresowania i rozwijającą ich uzdolnienia, właściwie dobierać treści nauczania, zadania i formy pracy w ramach samokształcenia oraz promować osiągnięcia uczniów;         | P7U_U | P7S_UW |
| NAU2_U08                                                                       | rozwijać kreatywność i umiejętność samodzielnego, krytycznego myślenia uczniów;                                                                                                                                            | P7U_U | P7S_UW |
| NAU2_U09                                                                       | skutecznie animować i monitorować realizację zespołowych działań edukacyjnych uczniów;                                                                                                                                     | P7U_U | P7S_UO |
| NAU2_U10                                                                       | wykorzystywać proces oceniania i udzielania informacji zwrotnych do stymulowania uczniów w ich pracy nad własnym rozwojem;                                                                                                 | P7U_U | P7S_UW |
| NAU2_U11                                                                       | monitorować postępy uczniów, ich aktywność i uczestnictwo w życiu społecznym szkoły;                                                                                                                                       | P7U_U | P7S_UW |
| NAU2_U12                                                                       | odpowiedzialnie organizować pracę szkolną oraz pozaszkolną ucznia, z poszanowaniem jego prawa do odpoczynku;                                                                                                               | P7U_U | P7S_UO |
| NAU2_U13                                                                       | samodzielnie rozwijać wiedzę i umiejętności pedagogiczne z wykorzystaniem różnych źródeł, w tym obcojęzycznych, i technologii.                                                                                             | P7U_U | P7S_UU |
| w zakresie <b>KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH</b> w pogłębionym stopniu jest gotów do: |                                                                                                                                                                                                                            |       |        |
| NAU2_K01                                                                       | posługiwania się uniwersalnymi zasadami i normami etycznymi w działalności zawodowej, kierując się szacunkiem dla każdego człowieka;                                                                                       | P7U_K | P7S_KO |
| NAU2_K02                                                                       | budowania relacji opartej na wzajemnym zaufaniu między wszystkimi podmiotami procesu wychowania i kształcenia, w tym rodzicami lub opiekunami ucznia, oraz włączania ich w działania sprzyjające efektywności edukacyjnej; | P7U_K | P7S_KO |
| NAU2_K03                                                                       | porozumiewania się z osobami pochodzącymi z różnych środowisk i o różnej kondycji emocjonalnej, dialogowego rozwiązywania konfliktów oraz tworzenia dobrej atmosfery dla komunikacji w klasie szkolnej i poza nią.         | P7U_K | P7S_KO |
| NAU2_K04                                                                       | pracy w zespole, pełnienia w nim różnych ról oraz współpracy z nauczycielami, pedagogami, specjalistami, rodzicami lub opiekunami uczniów i innymi członkami społeczności szkolnej i lokalnej.                             | P7U_K | P7S_KO |

## 13. ZAJĘCIA WRAZ Z PRZYPISANYMI DO NICH PUNKTAMI ECTS, EFEKTAMI UCZENIA SIĘ I TREŚCIAMI PROGRAMOWYMI

| Przedmioty                       |                                                                                  | Minimalna liczba punktów ECTS | Treści programowe                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Odniesienie do efektów uczenia się na kierunku                                          |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| PRZEDMIOTY KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO: |                                                                                  |                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                         |
| 1.                               | Język angielski <b>obcy</b>                                                      | 3                             | <p><u>Treści leksykalne:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Słownictwo specjalistyczne właściwe dla studiowanego kierunku studiów</li> <li>– Język funkcyjny: dyskusje, interpretacje danych statystycznych, wykresów, prezentacje, np.: artykułów, wyników badań</li> <li>– Streszczenia publikacji, pracy dyplomowej, artykułów specjalistycznych lub inne prace pisemne właściwe dla studiowanego kierunku studiów.</li> <li>– Elementy tłumaczenia.</li> </ul> <p><u>Treści gramatyczne:</u> Powtórzenie i ugruntowanie najważniejszych zagadnień gramatycznych (praktycznie i specjalistycznie uwarunkowanych).</p> <p><u>Funkcje językowe:</u> Pozwalające studentom na porozumiewanie się w języku obcym, wyrażanie opinii, argumentowanie, wykonywanie streszczeń publikacji specjalistycznych właściwych dla studiowanego kierunku, dokonywanie prezentacji.</p> | FIZ2A_U09<br>FIZ2A_U11                                                                  |
| 2.                               | Przedmiot do wyboru z dziedziny nauk humanistycznych                             | 2                             | <p>Kultury świata</p> <p>Od Adama i Ewy do małżeństwa XXI wieku</p> <p><del>Teksty kulturowe w przestrzeni komunikacyjnej</del></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | FIZ2A_W03<br>FIZ2A_W04                                                                  |
| 3.                               | <b>Bioetyka</b> /Historia fizyki<br>(przedmiot z dziedziny nauk humanistycznych) | 3                             | <p>Prehistoria nauki. Starożytność. Nauka w Średniowieczu. Nauka nowożytna (od Kopernika do Newtona). Początki nauki o gazach i zjawiskach cieplnych, optyka od Keplera do Newtona. Fizyka Oświecenia (mechanika od Newtona do Laplace’a). Fizyka Oświecenia (rozwój fizyki zjawisk cieplnych). Fizyka Oświecenia (elektryczność i magnetyzm od Gilberta do Volty). Fizyka XIX wieku (od stosu Volty do elektromagnetyzmu, optyka Younga - Fresnela). Fizyka XIX wieku (od ciepła do termodynamiki i fizyki statystycznej, synteza Maxwella). Fizyka XX wieku (fizyka atomu i droga do mechaniki kwantowej, poznawanie jądra atomowego i cząstek elementarnych). Fizyka XX wieku (rozwój fizyki ciała stałego i optyki). Fizyka XX wieku (rozwój astronomii i astrofizyki).</p> <p>Bioetyka.</p>                                                                                        | FIZ2A_W03<br>FIZ2A_W04<br>FIZ2A_W07<br>FIZ2A_U07<br>FIZ2A_U10<br>FIZ2A_K03<br>FIZ2A_K04 |
| 4.                               | Przedmiot do wyboru w zakresie wsparcia studentów w procesie uczenia się         | ≥ 1                           | <p>Metody radzenia sobie ze stresem</p> <p>Autoprezentacja</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | FIZ2A_W04<br>FIZ2A_U10<br>FIZ2A_K02_K04                                                 |

|                                            |                                       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------|---------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            | Razem przedmioty kształcenia ogólnego | 10 9  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>PRZEDMIOTY PODSTAWOWE I KIERUNKOWE:</b> |                                       |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1.                                         | III pracownia fizyczna                | 10 12 | <p>Opcjonalnie, zgodnie z grafiką zajęć, student realizuje część z wymienionych treści programowych:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interferometryczne badanie dyfuzyjnego transportu substancji.</li> <li>2. Badania kąta zwilżania i energii powierzchniowej.</li> <li>3. Rentgenowska analiza fluorescencyjna z całkowitym odbiciem wiązki padającej TXRF (Total Reflection X-Ray Fluorescence method). Analiza pierwiastkowa przy użyciu spektrometru PICOFOX.</li> <li>4. Rentgenowska tomografia komputerowa. Obrazowanie próbek przy pomocy tomografu SKYSCAN 1172.</li> <li>5. Analiza promieniowania charakterystycznego wybranych pierwiastków metodą rentgenowskiej analizy fluorescencyjnej z dyspersją długości fali – spektrometr rentgenowski AXIOS.</li> <li>6. 6 . Spektroskopia fotoelektronów w zakresie promieniowania X (XPS – X-Ray Photoelectron Spectroscopy).</li> <li>7. Badania zjawiska rozpraszania niskoenergetycznych jonów na atomach powierzchni ciała stałego (ISS – Ion Scattering Spectroscopy).</li> <li>8. Identyfikacja gazów reszkowych w komorze próżniowej.</li> <li>9. Obserwacja promieniowania charakterystycznego z wykorzystaniem spektrometru krystalicznego wysokiej zdolności rozdzielczej.</li> <li>10. Badanie topografii powierzchni materiałów z wykorzystaniem technik Secondary Electron Microscopy (SEM) oraz Scanning Auger Microscopy (SAM).</li> <li>11. Dyfrakcja rentgenowska metoda proszkową (XRPD - X-Ray Powder Diffraction).</li> <li>12. Reflektometria promieniowania rentgenowskiego (XRR - X-Ray Reflectometry).</li> <li>13. Badanie zderzeń niskoenergetycznych jonów w wysokich stanach ładunkowych z materią przy użyciu źródła jonów typu EBIT (Electron Beam Ion Trap).</li> <li>14. Wykorzystanie promieniowania rentgenowskiego do celów radiobiologicznych.</li> </ol> | FIZ2A_W01<br>FIZ2A_W02<br>FIZ2A_W03<br>FIZ2A_W04<br>FIZ2A_W05<br>FIZ2A_W06<br>FIZ2A_W07<br>FIZ2A_W08<br>FIZ2A_W09<br>FIZ2A_W10<br>FIZ2A_W11<br>FIZ2A_W11<br>FIZ2A_U01<br>FIZ2A_U02<br>FIZ2A_U03<br>FIZ2A_U04<br>FIZ2A_U05<br>FIZ2A_U06<br>FIZ2A_U07<br>FIZ2A_U08<br>FIZ2A_U09<br>FIZ2A_U10<br>FIZ2A_U11<br>FIZ2A_U12<br>FIZ2A_U13<br>FIZ2A_U14<br>FIZ2A_K01<br>FIZ2A_K02<br>FIZ2A_K03<br>FIZ2A_K04 |

|    |                 |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                |
|----|-----------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. | Elektrodynamika | 4 | <p><b>Elektrostatyka:</b> prawo Coulomba, prawo Gaussa, potencjał elektryczny, równanie Poissona i Laplace'a, praca i energia w elektrostatyce, przewodniki, rozwinięcie multipolowe, dielektryki, podatność elektryczna i przenikalność elektryczna.</p> <p><b>Magnetostatyka:</b> siła Lorentza, prawo Biota-Savarta, prawo Ampere'a, magnetyczny potencjał wektorowy, multipolowe rozwinięcie potencjału wektorowego, pola magnetyczne w materii. <b>Indukcja elektromagnetyczna:</b> prawo Faradaya, równania Maxwella. <b>Prawa zachowania:</b> twierdzenie Poyntinga.</p> <p><b>Fale elektromagnetyczne:</b> fale elektromagnetyczne w próżni, fale elektromagnetyczne w ośrodku materialnym, odbicie i przejście na granicy ośrodków. <b>Potencjały i pola źródeł zmiennych w czasie:</b> potencjały skalarny i wektorowy, przekształcenia cechowania, cechowanie Coulomba i Lorentza, potencjały opóźnione, potencjały Lienarda-Wiecherta. <b>Promieniowanie:</b> promieniowanie elektryczne dipolowe, promieniowanie magnetyczne dipolowe.</p> <p><b>Elektrodynamika a teoria względności:</b> przekształcenia Lorentza, tensor pola elektromagnetycznego, elektrodynamika w postaci tensorowej.</p> | FIZ2A_W01<br>FIZ2A_W02<br>FIZ2A_W03<br>FIZ2A_W04<br>FIZ2A_W05<br>FIZ2A_W06<br>FIZ2A_U01<br>FIZ2A_U03<br>FIZ2A_K02<br>FIZ2A_K03 |
|----|-----------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|    |                            |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                   |
|----|----------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | Fizyka fazy skondensowanej | 3 4 | <p><del>Struktura atomów: opis kwantowy, orbitale elektronowe, spin elektronu. Struktura cząsteczek: opis wiązania kowalentnego, stany wiążące i antywiązące. Wiązanie atomów w kryształach (kowalencyjne, jonowe, metaliczne, van der Waalsa). Kryształy: symetrie, typy sieci krystalicznych (sieci Bravais'ego). Sieci regularne sc, fcc, bcc oraz hcp. Płaszczyzny i kierunki rystalograficzne: wskaźniki Millera. Dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego. Sieć odwrotna, warunki dyfrakcji Bragga i Lauego. Czynniki atomowy i czynniki strukturalny. Struktura wybranych kryształów: NaCl, CsCl, diamentu (C, Si, Ge), ZnS. Drgania sieci krystalicznej: fonony, ciepło właściwe sieci, model Debye'a. Elektrony swobodne: gaz Fermiego, ciepło właściwe metali. Elektrony w kryształach: twierdzenie Blocha, stany elektronowe, powierzchnia Fermiego. Pasma elektronowe: izolatory, półprzewodniki, metale. Własności elektryczne i magnetyczne ciał stałych. Powierzchnie i nanostruktury.</del></p> <p>Struktura atomów: opis kwantowy, orbitale elektronowe, spin elektronu. Struktura cząsteczek: opis wiązania kowalentnego, stany wiążące i antywiązące. Wiązanie atomów w kryształach (kowalencyjne, jonowe, metaliczne, van der Waalsa). Elementy krystalografii: sieć punktowa, symetrie, typy sieci krystalicznych (sieci Bravais'ego). Sieci regularne sc, fcc, bcc oraz hcp. Struktura wybranych kryształów: NaCl, CsCl, diamentu (C, Si, Ge), ZnS. Płaszczyzny i kierunki krystalograficzne: wskaźniki Millera. Sieć odwrotna. Dyfrakcja promieniowania rentgenowskiego na kryształach (warunki dyfrakcji Bragga i Lauego). Czynniki atomowy i czynniki strukturalny. Propagacja elektronów w sieci krystalicznej (model jednoelektronowy). Twierdzenie Blocha. Tensor masy efektywnej. Rozpraszanie na nieregularnościach sieci. Struktura pasmowa stanów elektronowych. Pasma energetyczne (izolatory, półprzewodniki, metale). Strefy Brilluina. Statystyka elektronów w kryształach (poziom Fermiego). Kwazicząstki w ciele stałym (pojęcie i własności dziury). Koncentracja nośników. Płytkie i głębokie stany domieszkowe. Drgania sieci krystalicznej: fonony akustyczne i optyczne. Ciepło właściwe sieci, model Einsteina i Debye'a. Elektrony swobodne: gaz Fermiego, ciepło właściwe metali. Własności elektryczne i magnetyczne ciał stałych. Tensor przewodnictwa. Siła termoelektryczna. Transport w polu magnetycznym. Efekt Halla. Absorpcja fal elektromagnetycznych przez kryształy. Niesprężyste rozpraszanie fotonów, promieni X i neutronów na fononach.</p> | FIZ2A_W01<br>FIZ2A_W02<br>FIZ2A_W03<br>FIZ2A_W05<br>FIZ2A_U01<br>FIZ2A_U02<br>FIZ2A_U03<br>FIZ2A_K01<br>FIZ2A_K02 |
|----|----------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|    |                                                           |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
|----|-----------------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | Fizyka kwantowa                                           | 4 5 | <p>Postulaty mechaniki kwantowej: przestrzeń stanów, obserwable, widmo operatora, pomiar. Interpretacja funkcji falowej, przewidywane wyniki pomiaru, wartości średnie wielkości fizycznych. Zasada nieoznaczoności. Operator Hamiltona i zależne od czasu równanie Schrödingera. Niezależne od czasu równanie Schrödingera. Operator pędu, cząstka o określonym pędzie, paczka falowa. Twierdzenie Ehrenfesta. Własności rozwiązań zagadnienia Schrödingera w 1-wymiarowej przestrzeni. Stany związane i rozproszeniowe. Oscylator harmoniczny. Ewolucja czasowa paczki falowej cząstki swobodnej i oscylatora harmonicznego. Redukcja zagadnienia dwóch cząstek do równania Schrödingera dla jednej cząstki w potencjale. Operator momentu pędu i jego funkcje własne. Równanie Schrödingera dla potencjałów sferycznie symetrycznych. Atom wodoru. Rachunek zaburzeń. Metoda wariacyjna. Spin. Układy wielocząstkowe, fermiony i bozony. Atomy wieloelektronowe.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | FIZ2A_W01<br>FIZ2A_W02<br>FIZ2A_W03<br>FIZ2A_W05<br>FIZ2A_W07<br>FIZ2A_U02<br>FIZ2A_U06<br>FIZ2A_U08<br>FIZ2A_K02<br>FIZ2A_K04              |
| 5. | <del>Fizyka atomowa i molekularna</del><br>Fizyka atomowa | 4 5 | <p>Promieniowanie ciała doskonale czarnego: postulat Plancka, kwanty promieniowania. Efekt fotoelektryczny i efekt Comptona. Promieniowanie atomów: serie widmowe, reguła Rydberga-Ritza. Eksperyment Rutherforda, rozmiary i budowa jądra atomowego. Model atomu wodoru Bohra: atomy wodoropodobne. Reguła kwantowania Bohra i jej falowa interpretacja. Efekt izotopowy: wpływ ruchu jądra atomowego. Atomy rydbergowskie i atomy mionowe. Efekty relatywistyczne: formuła Sommerfelda. Dualizm korpuskularno-falowy: hipoteza de Broglie'a. Zasada nieoznaczoności Heisenberga. Równanie Schrödingera, interpretacja funkcji falowej. Moment pędu w mechanice kwantowej. Atomy wodoropodobne: liczby kwantowe, degeneracja, struktura stanów, ekranowanie. Spin elektronu, oddziaływanie „spin-orbita”, struktura subtelna. Atom helu i atomy wieloelektronowe, zakaz Pauliego. Układ okresowy pierwiastków. Spin jądra atomowego i struktura nadsubtelna. Równanie Diraca, rozwiązanie dla atomów wodoropodobnych. Elektrodynamika kwantowa: efekty radiacyjne, przesunięcie Lamba. Oddziaływanie promieniowania z materią: absorpcja, emisja spontaniczna i wymuszona, współczynniki Einsteina. Reguły wyboru dla przejść dipolowych elektrycznych. Promieniowanie rentgenowskie, struktura stanów w powłokach K, L i M. Atomy w polach zewnętrznych: efekt Starka i Zeemana.</p> <p><del>Wiązanie atomów w cząsteczkach: kowalencyjne, jonowe. Jon molekularny H<sub>2</sub><sup>+</sup> i cząsteczka H<sub>2</sub>. Stany molekularne jednoelektronowe, orbitale <math>\sigma</math> i <math>\pi</math>. Struktura dwuatomowych cząsteczek homojądrowych i heterojądrowych. Cząsteczki wieloatomowe. Hybrydyzacja. Stany rotacyjne i oscylacyjne cząsteczek. Spektroskopia molekularna.</del></p> | FIZ2A_W01<br>FIZ2A_W02<br>FIZ2A_W03<br>FIZ2A_W05<br>FIZ2A_W06<br>FIZ2A_W11<br>FIZ2A_U02<br>FIZ2A_U03<br>FIZ2A_U04<br>FIZ2A_K02<br>FIZ2A_K04 |

|    |                                                                                                                                                                                               |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                            |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6. | <p>Cząstki elementarne</p> <p>Fizyka jądrowa i cząstek elementarnych</p> <p>(w przedmiocie dodano treści z przedmiotu Wstęp do fizyki jądrowej, z którego zrezygnowano na I-szym stopniu)</p> | 3 | <p><b>Historyczny rozwój fizyki cząstek elementarnych:</b> odkrycia pierwszych cząstek elementarnych, cząstki dziwne, rezonanse, model kwarkowy Gell-Manna, cząstki uważane obecnie za elementarne: kwarki, leptyony, bozony pośredniczące, cząstka Higgsa. <b>Oddziaływania fundamentalne:</b> grawitacja, kwantowa elektrodynamika, kwantowa chromodynamika, oddziaływania słabe, unifikacja oddziaływań słabych i elektromagnetycznych, grafy Feynmana. <b>Kinematyka relatywistyczna:</b> transformacje Lorentza, czterowektory, relatywistyczna energia i pęd, zderzenia cząstek relatywistycznych. <b>Symetrie:</b> grupa Poincarego, związek symetrii z prawami zachowania, symetrie zapachowe, parzystość, sprzężenie ładunkowe, odwrócenie w czasie, symetrie CP i CPT. <b>Elektrodynamika kwantowa:</b> równanie Diraca i jego rozwiązania, grafy Feynmana dla elektrodynamiki kwantowej. <b>Stany związane:</b> charmonium, bottomonium, mezony, bariony. <b>Tempa rozpadu i przekroje czynne:</b> złote zasady dla obliczania temp rozpadu i przekrojów czynnych. <b>Model standardowy:</b> symetrie cechowania, spontaniczne łamanie symetrii, mechanizm Higgsa. <b>Zjawiska poza modelem standardowym:</b> oscylacje neutrin, ciemna energia i masa, supersymetria, teorie unifikacji.</p> | <p>FIZ2A_W01</p> <p>FIZ2A_W02</p> <p>FIZ2A_W03</p> <p>FIZ2A_W05</p> <p>FIZ2A_W06</p> <p>FIZ2A_W11</p> <p>FIZ2A_U02</p> <p>FIZ2A_U03</p> <p>FIZ2A_U04</p> <p>FIZ2A_K02</p> <p>FIZ2A_K04</p> |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|    |                   |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                   |
|----|-------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7. | Fizyka materiałów | 3 | <p><del>Struktura materii. Gazy, ciecze, ciała stałe. Materia miękka. Kryształy i ciała amorficzne. Powierzchnie i cienkie warstwy. Własności mechaniczne, termiczne, elektryczne i magnetyczne materiałów. Uporządkowanie atomów w materiałach. Przejścia fazowe. Dielektryki. Magnetyki. Metale. Półprzewodniki. Nanomateriały, meta-materiały. Nanotechnologie.</del></p> <p>Struktura materii. Gazy, ciecze, ciała stałe. Materia miękka. Kryształy i ciała amorficzne. Defekty struktury krystalicznej. Tekstury. Powierzchnie i cienkie warstwy. Metale (charakterystyka faz w stopach metali). Materiały polimerowe, ceramiczne i kompozytowe. Nanomateriały i nanotechnologie. Własności mechaniczne (tensor naprężeń, tensor deformacji), termiczne, elektryczne i magnetyczne materiałów. Dielektryki. Magnetyki. Przewodniki. Półprzewodniki. Metamateriały (ujemny współczynnik załamania). Ciekłe kryształy. Mezogeny pręto- i dysko-podobne. Porządek orientacyjny i ograniczony porządek pozycyjny. Fazy: nematyczna, chiralna, smektyczna. Parametry porządku (nematyka, smektyka). Diagramy fazowe i przejścia fazowe. Przykłady uporządkowania i diagramów fazowych dla kryształów (a)periodycznych, kryształów z elektronami (magnetyzm, polaryzacja elektryczna, nadprzewodnictwo). Przykłady uporządkowania i diagramów fazowych materii miękkiej: ciekłych kryształów termotropowych i liotropowych, układów koloidalnych i polimerowych. Cechy charakterystyczne materii miękkiej (skale mezoskopowe, fluktuacje termiczne, ruchy Browna, samo-organizacja). Klasyfikacja Ehrenfesta przejść fazowych. Parametry porządku. Teoria Landaua. Wykładniki krytyczne (hipoteza skalowania, prawa skalowania).</p> | FIZ2A_W01<br>FIZ2A_W02<br>FIZ2A_W03<br>FIZ2A_W05<br>FIZ2A_W07<br>FIZ2A_U02<br>FIZ2A_U03<br>FIZ2A_K02<br>FIZ2A_K04 |
| 8. | Astronomia        | 2 | Podstawy astronomii sferycznej, warunki widoczności obiektów. Czas i kalendarz. Podstawowe instrumenty astronomiczne, ich charakterystyka. Prowadzenie obserwacji astronomicznych i orientacja na nocnym niebie. Zjawiska zaćmień i zakryć. Budowa Układu Słonecznego. Elementy heliofizyki. Wielkości gwiazdowe widome i absolutne. Wyznaczanie temperatur, mas, rozmiarów i odległości do gwiazd. Klasyfikacja widmowa gwiazd, diagram Hertzsprunga-Russella. Źródła energii gwiazd. Równania wewnętrznej budowy gwiazd. Budowa gwiazd różnych typów widmowych. Ewolucja gwiazd. Gwiazdy zmienne. Rozkład przestrzenny gwiazd i budowa Galaktyki. Materia międzygwiazdowa. Galaktyki i ich budowa. Modele kosmologiczne. Historia Wszechświata.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | FIZ2A_W01<br>FIZ2A_W03<br>FIZ2A_W11<br>FIZ2A_U01<br>FIZ2A_U02<br>FIZ2A_U08<br>FIZ2A_K01<br>FIZ2A_K02              |

|    |                                          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                      |
|----|------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9. | Fizyka statystyczna                      | 34   | <p>Pojęcia wstępne - układy makroskopowe, liczba Avogadro, opis mikroskopowy i makroskopowy, termodynamika fenomenologiczna i mechanika statystyczna, układy równowagowe i nierównowagowe, procesy kwasistacjonarne. Wstęp do termodynamiki - parametry intensywne i ekstensywne, temperatura, praca, ciepło, energia wewnętrzna, pojemność cieplna i ciepło właściwe, równanie stanu, gaz idealny. I zasada termodynamiki - procesy izotermiczne, izobaryczne, izochoryczne i adiabatyczne, równanie adiabaty. Entropia - różne sformułowania II zasady termodynamiki, entropia jako funkcja stanu, nierówność Clausiusa, cykl Carnota, III zasada termodynamiki. Podstawy klasycznej mechaniki statystycznej Gibbsa - hipoteza ergodyczna i pojęcie zespołu, Twierdzenie Liouville'a, postulaty mechaniki statystycznej, zespół mikrokanoniczny, związek objętości fazowej z entropią i innymi wielkościami termodynamicznymi. Gaz idealny w zespole mikrokanonicznym - objętość fazowa, entropia i inne parametry termodynamiczne gazu idealnego, paradoks Gibbsa i jego rozwiązanie. Zespół kanoniczny - wyprowadzenie zespołu kanonicznego, związek z termodynamiką, średnia energia i fluktuacje energii, gaz idealny w zespole kanonicznym. Wielki zespół kanoniczny - wprowadzenie zespołu wielkiego kanonicznego, potencjał chemiczny, związek z termodynamiką, fluktuacje liczby cząstek, mieszanina gazów idealnych w zespole wielkim kanonicznym, równowaga chemiczna. Kwantowa mechanika Gibbsa - postulaty kwantowej mechaniki statystycznej, bozony i fermiony, zespoły mikrokanoniczny, kanoniczny, wielki kanoniczny. Ciepło właściwe ciał stałych (model Einsteina, model Debaye'a). Kwantowe gazy idealne - wielka suma statystyczna dla bozonów i fermionów, granica klasyczna, zdegenerowany gaz fermiego, kondensacja Bosego-Einsteina, promieniowanie ciała doskonale czarnego. Podstawy teorii kinetycznej - funkcja rozkładu, równanie Boltzmanna, niezmienniki zderzeniowe, twierdzenie H Boltzmanna, procesy nieodwracalne i założenie molekularnego chaosu, rozkład równowagowy, hydrodynamika cieczy idealnej. Zjawiska transportu - średnia droga swobodna, rozwinięcie Chapmana-Enskoga, współczynniki transportu, hydrodynamika cieczy lepkiej. Modele fizyki statystycznej. Model Isinga. Łańcuch Markowa i równanie Master. Model perkolacji.</p> | FIZ2A_W01<br>FIZ2A_W02<br>FIZ2A_W03<br>FIZ2A_W05<br>FIZ2A_W07<br>FIZ2A_U02<br>FIZ2A_U06<br>FIZ2A_K02 |
|    | Razem przedmioty podstawowe i kierunkowe | 3642 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                      |

| PRZEDMIOTY DO WYBORU: |                                                                   |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.                    | Przedmioty z zakresu przygotowania i złożenia pracy dyplomowej:   | 1620  | <p><b>Seminarium magisterskie:</b> Zdefiniowanie i prezentacja wstępnych założeń i zakresu badawczego realizowanych prac magisterskich. Wyszukiwanie informacji. Tłumaczenia z języka angielskiego fragmentów artykułów. Omawianie głównych tez prac magisterskich. Omówienie wyników eksperymentalnych prac. Prezentacja końcowych wyników i treści prac magisterskich przygotowywanych do obrony.</p> <p><b>Pracownia magisterska:</b> Zdefiniowanie i prezentacja wstępnych założeń i zakresu badawczego realizowanych prac magisterskich. Przedstawianie podstaw i założeń najnowszych technik eksperymentalnych i teoretycznych fizyki oraz ich zastosowań. Wykonanie zadań praktycznych w zakresie tematyki pracy magisterskiej (zebranie materiałów, przeprowadzenie eksperymentu, opracowanie wyników i napisanie pracy). Prezentacja wybranych elementów prac magisterskich. Wskazówki merytoryczne i techniczne. Prezentacja końcowych wyników i treści prac magisterskich przygotowywanych do obrony w PowerPoincie. Dyskusja i korygowanie błędów. Omówienie elementów podlegających ocenie. Specyfika obrony pracy magisterskiej. Przebieg obrony.</p> | FIZ2A_W01-W07<br>FIZ2A_W10<br>FIZ2A_W11<br>FIZ2A_W12<br>FIZ2A_U01<br>FIZ2A_U02<br>FIZ2A_U03<br>FIZ2A_U04<br>FIZ2A_U05<br>FIZ2A_U07<br>FIZ2A_U09<br>FIZ2A_U11<br>FIZ2A_K02<br>FIZ2A_K03<br>FIZ2A_K04 |
| 2.                    | Przedmioty z zakresu fizyki medycznej<br>Dodano treści programowe | 15 16 | <p><del>Biofizyka molekularna</del><br/> Medycyna nuklearna<br/> Radioterapia<br/> Obrazowanie biomedyczne</p> <p>Medycyna nuklearna (Poznanie podstaw (biologicznych, technicznych i farmakologicznych) badań radioizotopowych. Techniki i metody obrazowania radioizotopowego. Budowa podstawowej aparatury medycyny nuklearnej - gamma kamery, skanera PET, kalibratory dawek, mierniki aktywności. Metody rekonstrukcji tomograficznej obrazów. Jakość obrazów w medycynie nuklearnej. Elementy ilościowej analizy obrazów w medycynie nuklearnej. Radiochemia i synteza radiofarmaceutyków. Procedury lecznicze wykorzystujące radioizotopy. Poznanie i zrozumienie zasad kontroli jakości aparatury pomiarowej, radiofarmaceutyków i metod badawczych).</p> <p>Radioterapia (Mechanizmy powstawania nowotworów, mutacje, onkogeny, geny supresorowe. Działanie promieniowania i czynników chemicznych na DNA. Mechanizmy waskularyzacji guzów, budowa i rodzaje tkanek, mechanizmy śmierci)</p>                                                                                                                                                               | FIZ2A_W01-W03<br>FIZ2A_W05-W06<br>FIZ2A_W11<br>FIZ2A_U02-U04<br>FIZ2A_K02-K04                                                                                                                       |

|    |                                                                                                                                                                                                                               |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                               |       | <p>Komórkowej. Efekt mocy dawki, efekt frakcjonowania, mechanizmy uszkodzenia tkanek, radioterapia radykalna i paliatywna. „5R” radioterapii. Brachyterapia. Hipertermia. Testy predykcyjne i prognostyczne. Podstawy chemoterapii, hipoksja).</p> <p>Obrazowanie biomedyczne (Matematyczny opis obrazowania medycznego. Komputerowa analiza danych uzyskanych za pomocą technik obrazowania biomedycznego. Poznanie działania technik tomograficznych. Metody tomograficzne w badaniach anatomicznych i czynnościowych. Tomografia rezonansu magnetycznego. Komputerowa analiza obrazów koronarograficznych. Obrazowanie ultrasonograficzne. Komputerowa analiza obrazów wentrykulograficznych serca. Archiwizacja danych i systemy fuzji obrazów).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                    |
| 3. | <p>Przedmioty z zakresu <del>nanotechnologii</del><br/>nanofizyki</p> <p>(zmieniono nazwę ścieżki na nanofizyka co precyzyjniej odpowiada zakresowi badań prowadzonych w Instytucie Fizyki)<br/>Dodano treści przedmiotów</p> | 15 14 | <p>Fizyka powierzchni<br/><del>Nanotechnologie</del><br/>Nanostruktury<br/>Badania nanomateriałów</p> <p>Fizyka powierzchni (Struktura krystalograficzna powierzchni. Badanie struktury powierzchni metodami dyfrakcji elektronów i promieniowania rentgenowskiego. Wzbudzenia powierzchni: fonony i plazmony. Opis termodynamiczny powierzchni. Defekty powierzchniowe. Procesy adsorpcji i desorpcji na powierzchniach. Procesy dyfuzji na powierzchniach. Elektryczne i magnetyczne własności powierzchni i cienkich warstw. Mechanizmy wzrostu cienkich warstw. Międzywarstwy i układy wielowarstwowe. Efekty wymiarowe w cienkich warstwach. Nanostruktury powierzchniowe. Oddziaływanie fotonów, elektronów i jonów z powierzchniami. Badania powierzchni w ultrawysokiej próżni (UHV). Metody eksperymentalne fizyki powierzchni).</p> <p>Nanostruktury (Nanoukłady: klasyfikacja i skalowanie rozmiarowe ich własności. Efekty kwantowe w nanoukładach. Metody wytwarzania nanoukładów. Efekty wymiarowe: cienkie warstwy, druty kwantowe i kropki kwantowe. Własności wybranych nanostruktur. Metody eksperymentalne badania nanostruktur. Mikroskopia skaningowa. Metody dyfrakcyjne i spektroskopowe. Nanostruktury półprzewodnikowe. Nanostruktury w optoelektronice. Nanomateriały magnetyczne. Samoorganizacja w nanoukładach. Makrocząsteczki i bionanoukłady. Wykorzystanie nanostruktur w nanotechnologiach. Przyszłość i granice nanotechnologii).</p> | <p>FIZ2A_W01-W03<br/>FIZ2A_W05-W06<br/>FIZ2A_W11<br/>FIZ2A_U02-U04<br/>FIZ2A_K02<br/>FIZ2A_K04</p> |

|    |                                                                                                                 |                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                 |                                                          | Badania nanomateriałów (Metody badawcze powierzchni, cienkich warstw i nanomateriałów. Technika wysokiej próżni (UHV). Metody wytwarzania wiązek i detekcji fotonów, elektronów i jonów. Badania nanomateriałów metodami spektroskopii elektronowej (UPS, XPS, AES). Mikroskopia skaningowa SEM/SAM. Mikroskopia sił atomowych (AFM). Spektroskopia rentgenowska (XRF, TXRF, XRR, XRD). Wybrane zastosowanie technik eksperymentalnych w badaniach nanomateriałów).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                               |
| 4. | Przedmioty dla studentów kontynuujących przygotowania do zawodu nauczyciela fizyki<br><br>(wprowadzona ścieżka) | 9                                                        | Psychologiczne podstawy działalności nauczyciela szkoły ponadpodstawowej<br>Pedagogiczne podstawy działalności nauczyciela szkoły ponadpodstawowej<br>Praktyka zawodowa psychologiczno-pedagogiczna w szkole ponadpodstawowej<br>Dydaktyka fizyki<br>Praktyka zawodowa dydaktyczna (szkoła ponadpodstawowa) ciągła                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | NAU2_W01-W08<br>NAU2_U01-U13<br>NAU2_K01-K04                                                                                                                                  |
| 5. | Przedmioty poszerzające zainteresowania studentów<br>(wprowadzono przedmioty prowadzone w języku angielskim)    | Ścieżka:<br>- fiz. med. 3<br>- nanofiz. 5<br>- naucz. 10 | Electron spectroscopy<br>Spektroskopia rentgenowska<br><del>Nanocząstki</del><br>Oddziaływanie jonów z materią<br>Dyfrakcyjne badania strukturalne<br>Kontrola jakości aparatury medycznej<br>Zarządzanie jakością w laboratorium<br><del>Relatywistyczna fizyka jądrowa</del><br><del>Bioelektryczność i biomagnetyzm</del><br>Modelowanie układów złożonych<br>Pracownia astronomiczna<br>Bazy danych i zarządzanie informacją<br>Programowanie aparatury pomiarowej<br>Programowanie obiektowe w języku Python<br><del>Pracownia statystyki</del> Pracownia metod statystycznych<br>Analiza sygnałów biomedycznych<br>Relativistic Quantum Mechanics<br>Administracja sieci komputerowych<br>Terapia promieniowaniem niejonizującym<br>Introduction to the Standard Model of Particle Physics<br>Introduction to General Relativity and Applications to Astrophysics and Cosmology<br>Podstawy biochemii | FIZ2A_W01-W07<br>FIZ2A_W10-W12<br>FIZ2A_U01<br>FIZ2A_U02<br>FIZ2A_U03<br>FIZ2A_U04<br>FIZ2A_U05<br>FIZ2A_U07<br>FIZ2A_U09<br>FIZ2A_U11<br>FIZ2A_K02<br>FIZ2A_K03<br>FIZ2A_K04 |

|  |                                                                                                             |                                        |  |  |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--|--|
|  | Razem przedmioty do wyboru (bez przedmiotów z zakresu przygotowania i złożenia pracy dyplomowej za 20 ECTS) | 28<br>(19 + 9<br>przed.<br>ogólnoucz.) |  |  |
|  | Razem przedmioty obieralne w programie:                                                                     | 47 48                                  |  |  |
|  | RAZEM                                                                                                       | 90                                     |  |  |

Studentów obowiązuje również szkolenie BHP (4 godz.) i biblioteczne (2 godz.); przedmioty realizowane w semestrze I.

Studentów obowiązuje szkolenie dotyczące bezpiecznych i higienicznych warunków kształcenia, w wymiarze nie mniejszym niż 4 godziny, w zakresie uwzględniającym specyfikę kształcenia w uczelni i rodzaj wyposażenia technicznego wykorzystywanego w procesie kształcenia.

Studentów obowiązuje szkolenie biblioteczne w wymiarze 2 godzin.

Studenta, który nie uczestniczył na I stopniu studiów, obowiązuje szkolenie z zakresu pierwszej pomocy przedmedycznej w wymiarze 4 godz. (5 godz. dla studentów przygotowujących się do wykonywania zawodu nauczyciela) (I s.)

#### 14. SPOSOBY WERYFIKACJI I OCENY EFEKTÓW UCZENIA SIĘ OSIĄGNIĘTYCH PRZEZ STUDENTA W TRAKCIE CAŁEGO CYKLU KSZTAŁCENIA:

Osoba prowadząca przedmiot określa szczegółowe efekty uczenia się i formę ich weryfikacji, a następnie umieszcza je w karcie przedmiotu. Osiągnięcie wszystkich efektów uczenia się określonych dla poszczególnych zajęć oznacza realizację założonej koncepcji kształcenia na kierunku i uzyskanie efektów kierunkowych. Weryfikacja i ocena efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia odbywa się poprzez:

- **prace etapowe** – realizowane przez studenta w trakcie studiów takie jak: kolokwia, sprawdziany, prace zaliczeniowe, referaty, prezentacje, projekty, sprawozdania laboratoryjne,
- **egzaminy pisemne i ustne** – forma egzaminu określana jest przez osobę prowadzącą przedmiot i zawarta w karcie przedmiotu,
- **zaliczenia i zaliczenia z oceną** – prowadzący zajęcia określa kryteria oceny,
- **proces dyplomowania (weryfikacja zakładanych efektów uczenia się)** – ocenianie pracy magisterskiej przez promotora i recenzenta, zdanie egzaminu dyplomowego,
- **badanie losów absolwentów (informacje o przydatności absolwenta na rynku pracy),**
- **badanie opinii pracodawców.**

**Formy i metody prowadzenia zajęć oraz kryteria oceny i jej składowe określa karta przedmiotu.**

**Wszystkie formy weryfikacji osiągnięć studenta uzyskanych w ramach zajęć w danym semestrze odnotowuje się w kartach okresowych osiągnięć studenta.**