

**KARTA KURSU**

## STUDIA I STOPNIA

|                 |                                |                 |   |
|-----------------|--------------------------------|-----------------|---|
| Nazwa           | Metody numeryczne              |                 |   |
| Nazwa w j. ang. | Numerical methods              |                 |   |
| Kod             |                                | Punktacja ECTS* | 2 |
| Koordinator     | Prof.dr hab. Ryszard Radwański |                 |   |

## Opis kursu (cele kształcenia)

Celem kształcenia jest przedstawienie kilku numerycznych rozwiązań trudnych nie-analitycznych problemów matematycznych w zagadnieniach fizyki.  
Zajęcia prowadzone w języku polskim (mogą być po angielsku).

## Warunki wstępne

|              |                                                       |
|--------------|-------------------------------------------------------|
| Wiedza       | Znajomość podstaw analizy matematycznej i algebry.    |
| Umiejętności | Dowolny język programowania oraz arkusz kalkulacyjny. |
| Kursy        | Analizy matematycznej i algebry wyższej.              |

## Efekty kształcenia

| Wiedza | Efekt kształcenia dla kursu                                                                                                                                                                                                                             | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|        | Po zakończeniu kursu student:                                                                                                                                                                                                                           | K_W04<br>K_W06                      |
|        | W01: Posiada wiedzę z zakresu numerycznej analizy funkcji jednej i wielu zmiennych oraz rachunek całkowy.                                                                                                                                               |                                     |
|        | W02 Orientuje się w zagadnieniach interpolacji i aproksymacji.                                                                                                                                                                                          |                                     |
|        | W03: Potrafi rozwiązywać równania liniowe i układy równań liniowych oraz wstępnie równania nieliniowe i układy równań nieliniowych.                                                                                                                     |                                     |
|        | W04: Zna algebrę macierzy i metody ich diagonalizacji.<br>W05: Umie opisać (z grubsza) wartości własne (stany energetyczne) atomu wielo-elektronowego ( $Ce^{3+}$ , $Pr^{3+}$ , ...) w kryształach jako praktyczna diagonalizacja macierzy oddziaływań. |                                     |

| Umiejętności | Efekt kształcenia dla kursu                                                                                                                                                                     | Odniesienie do efektów kierunkowych |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|              | Po zakończeniu kursu student:                                                                                                                                                                   |                                     |
|              | U01: Wyznacza miejsca zerowe wielomianu interpolacyjnego.                                                                                                                                       | K_U05                               |
|              | U02: Potrafi różniczkować numerycznie i obliczać całki numerycznie.                                                                                                                             | K_U05                               |
|              | U03: Rozwiązuje numerycznie równania liniowe dla kilku przykładów z fizyki wraz z ich interpretacją fizyczną.                                                                                   | K_U07<br>K_U08<br>K_U09             |
|              | U04: Potrafi zastosować rachunek macierzowy w kilku problemach fizyki. Zna macierze Pauliego spinu i ich sens fizyczny.                                                                         |                                     |
|              | U05: Potrafi wyznaczyć (wstępnie) wartości własne (stany energetyczne) atomu wielo-elektronowego ( $Ce^{3+}$ , $Pr^{3+}$ ..) w kryształach jako praktyczna diagonalizacja macierzy oddziaływań. |                                     |

| Kompetencje społeczne | Efekt kształcenia dla kursu                                                                                                                                                                           | Odniesienie do efektów kierunkowych           |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                       | Po zakończeniu kursu student:                                                                                                                                                                         |                                               |
|                       | K01: jest świadomy konieczności łączenia wiedzy z fizyki, matematyki i stosowania komputerów oraz do przekazywania tej wiedzy w sposób zrozumiały dla innych - w nawiązaniu do konkretnych problemów. | K_K01,<br>K_K02,<br>K_K04,<br>K_K06,<br>K_K07 |
|                       |                                                                                                                                                                                                       |                                               |

| Organizacja   |            |                     |  |   |  |   |  |   |  |
|---------------|------------|---------------------|--|---|--|---|--|---|--|
| Forma zajęć   | Wykład (W) | Ćwiczenia w grupach |  |   |  |   |  |   |  |
|               |            | A                   |  | K |  | L |  | S |  |
|               |            |                     |  |   |  |   |  | P |  |
|               |            |                     |  |   |  |   |  |   |  |
| Liczba godzin | 15         |                     |  |   |  |   |  |   |  |

#### Opis metod prowadzenia zajęć

Wykład jest omówieniem zagadnienia z fizyki do jego numerycznego rozwiązania z powodu niemożności analitycznego rozwiązania.  
Zajęcia prowadzone są zasadniczo w formie laboratorium.  
Podkreślana jest niezbędność łączenia myślenia fizyka ze znajomością wyższej matematyki wspomaganej komputerowo.

## Formy sprawdzania efektów kształcenia

|     | E – le ar ni ng | Gr y dy da kt ycz ne | Ć wi cz en ia w sz ko le | Z aj ę c ia te re no we | Pr ac a la bo ra to ryj na | Pr oj ek t in dy wi du al ny | Pr oj ek t gr up o wy | U dz iał w dy sk us ji | R e f e r a t | Pra ca pis em na (es ej) | E gz a mi n us tn y | Z ali cz en ie pi se m ne | In ne |
|-----|-----------------|----------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|---------------|--------------------------|---------------------|---------------------------|-------|
| W01 |                 |                      |                          |                         | x                          |                              |                       | x                      |               | X                        |                     | x                         |       |
| W02 |                 |                      |                          |                         | x                          |                              |                       | x                      |               | X                        |                     | x                         |       |
| W03 |                 |                      |                          |                         | x                          |                              |                       | x                      |               | X                        |                     | x                         |       |
| W04 |                 |                      |                          |                         | x                          |                              |                       | x                      |               | X                        |                     | x                         |       |
| U01 |                 |                      |                          |                         | x                          | X                            |                       | x                      |               | X                        |                     | x                         |       |
| U02 |                 |                      |                          |                         | x                          | X                            |                       | x                      |               | X                        |                     | x                         |       |
| U03 |                 |                      |                          |                         | x                          | X                            |                       | x                      |               | X                        |                     | x                         |       |
| U04 |                 |                      |                          |                         | x                          | X                            |                       | x                      |               | X                        |                     | x                         |       |
| U05 |                 |                      |                          |                         | x                          | x                            |                       | x                      |               | X                        |                     | x                         |       |

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kryteria oceny | <p>Ocenę dobrą i bardzo dobrą może uzyskać student, który:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bierze czynny udział w zajęciach i uzyskuje wysokie oceny z kolokwium częściowych,</li> <li>- otrzymuje wysoką ocenę z kolokwium zaliczeniowego</li> <li>- w terminie oddaje i zalicza opracowania cząstkowe</li> </ul> |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|       |  |
|-------|--|
| Uwagi |  |
|-------|--|

## Treści merytoryczne (wykaz tematów)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza funkcji - miejsca zerowe i granice. Różniczkowanie numeryczne,</li> <li>2. Interpolacja, extrapolacja i aproksymacja.</li> <li>3. Metody rozwiązywania równań nieliniowych: metoda połowienia, siecznych, Newtona, obliczanie zer wielomianów.</li> <li>4. Rozwiązywanie równania nieliniowego - obliczanie procesu magnesowania ferrimagnetyka (ErNi5) w silnych polach magnetycznych.</li> <li>5. Układy równań nieliniowych - przykłady problemów fizycznych.</li> <li>6. Rozwiązywanie układu równań nieliniowych - obliczanie procesu magnesowania (w płaszczyźnie) antyferromagnetyka (Ho2Co17) w silnych polach magnetycznych w modelu dwupodsieciowym.</li> <li>7. Algebra liniowa: metoda eliminacji Gaussa-Jordana, wyznacznik, macierz odwrotna.</li> <li>8. Diagonalizacja macierzy.</li> <li>9. Całkowanie całkowanie numeryczne. Obliczanie entropii z eksperymentalnych temperaturowych zależności ciepła właściwego (ErNi5, PrNi5, CeMg3, ..)</li> <li>10. Wyznaczanie wartości własnych (realizowanych stanów energetycznych) atomu wieloelektronowego (Ce3+, Pr3+..) w kryształach jako praktyczna diagonalizacja macierzy oddziaływań.</li> <li>11. Wstęp do analizy Fouriera funkcji okresowych - okresowa funkcja schodkowa</li> </ol> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

12. Obliczanie populacji stanów energetycznych w funkcji temperatury - zastosowanie rozkładu Boltzmanna z fizyki statystycznej.

#### Wykaz literatury podstawowej

1. R. J. Radwański, Acta Physica 3 (2007) 1.
2. R. J. Radwański, Physica 142 B (1986) 57.
3. R. J. Radwański, i wsp. Physica B 319 (2002) 78.

#### Wykaz literatury uzupełniającej

1. Z. Fortuna, B. Macukow, J. Wąsowski, Metody numeryczne, WNT 1993

#### Bilans godzinowy zgodny z CNPS (Całkowity Nakład Pracy Studenta)

|                                                         |                                                                                                        |    |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilość godzin w kontakcie z prowadzącymi                 | Wykład                                                                                                 | 15 |
|                                                         | Konwersatorium (ćwiczenia, laboratorium itd.)                                                          |    |
|                                                         | Pozostałe godziny kontaktu studenta z prowadzącym                                                      | 15 |
| Ilość godzin pracy studenta bez kontaktu z prowadzącymi | Lektura w ramach przygotowania do zajęć                                                                | 5  |
|                                                         | Przygotowanie krótkiej pracy pisemnej lub referatu po zapoznaniu się z niezbędną literaturą przedmiotu | 10 |
|                                                         | Przygotowanie projektu lub prezentacji na podany temat (praca w grupie)                                |    |
|                                                         | Przygotowanie do zaliczenia                                                                            | 15 |
| Ogółem bilans czasu pracy                               |                                                                                                        | 60 |
| 1 ECTS = 30h                                            |                                                                                                        | 2  |