

## KARTA PRZEDMIOTU

|                           |                   |                                                                                          |
|---------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kod przedmiotu            | 0533.6.FIZ1.D.MBO |                                                                                          |
| Nazwa przedmiotu w języku | polskim           | <i>Mikroskopia bliskich oddziaływań</i><br><i>Microscopy of close-range interactions</i> |
|                           | angielskim        |                                                                                          |

### 1. USYTUOWANIE PRZEDMIOTU W SYSTEMIE STUDIÓW

|                                            |                                  |
|--------------------------------------------|----------------------------------|
| 1.1. Kierunek studiów                      | Fizyka                           |
| 1.2. Forma studiów                         | Stacjonarne                      |
| 1.3. Poziom studiów                        | Studia I stopnia                 |
| 1.4. Profil studiów*                       | Ogólnoakademicki                 |
| 1.5. Osoba przygotowująca kartę przedmiotu | dr hab. Dariusz Banaś, prof. UJK |
| 1.6. Kontakt                               | d.banas@ujk.edu.pl               |

### 2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                         |                                                                 |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 2.1. Język wykładowy    | polski                                                          |
| 2.2. Wymagania wstępne* | Wstęp do fizyki fazy skondensowanej, Wstęp do fizyki materiałów |

### 3. SZCZEGÓŁOWA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

|                               |                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1. Forma zajęć              | wykład 15h, laboratorium 15h                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3.2. Miejsce realizacji zajęć | zajęcia w pomieszczeniach dydaktycznych UJK |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3.3. Forma zaliczenia zajęć   | zaliczenie z oceną (W,L)                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3.4. Metody dydaktyczne       | wykład, laboratorium                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3.5. Wykaz literatury         | podstawowa                                  | G. Haugstad, <i>Atomic Force Microscopy: Understanding Basic Modes and Advanced Applications</i> (Wiley, 2012)<br>E. Meyer, H.J. Hug, R. Bennewitz, <i>Introduction to Scanning Tunneling Microscopy</i> (Springer, 2004)<br>R. Kesall, I. Hamley, M. Geoghegan, <i>Nanotechnologie</i> (PWN, 2008) |
|                               | uzupełniająca                               | E.L. Wolf, <i>Nanophysics and Nanotechnology</i> (Wiley-VCH, 2004)                                                                                                                                                                                                                                  |

### 4. CELE, TREŚCI I EFEKTY UCZENIA SIĘ

|                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.1. Cele przedmiotu (z uwzględnieniem formy zajęć)<br><i>wykład, laboratorium:</i>   | C1 - Poznanie podstaw fizycznych mikroskopii bliskich oddziaływań<br>C2 - Poznanie zasad mikroskopii siła atomowych (AFM) i tunelowej mikroskopii skaningowej (STM)<br>C3 - Poznanie możliwości obrazowania nanoukładów metodami mikroskopii bliskich oddziaływań<br>C4 - Poznanie aparatury i metod interpretacji obrazów AFM/STM                                                                                                               |
| 4.2. Treści programowe (z uwzględnieniem formy zajęć)<br><i>wykład, laboratorium:</i> | 1. Oddziaływanie atomów na bliskich odległościach<br>2. Oddziaływanie nanosond z powierzchniami<br>3. Mikroskopia sił atomowych (AFM)<br>4. Tunelowa mikroskopia skaningowa (STM)<br>5. Rodzaje i tryby pracy sond w mikroskopii bliskich oddziaływań<br>6. Interpretacja obrazów AFM/STM<br>7. Budowa mikroskopów AFM/STM<br>8. Przykłady badania nanoukładów metodami mikroskopii AFM/STMN<br>9. Ograniczenia mikroskopii bliskich oddziaływań |

#### 4.3. Przedmiotowe efekty uczenia się

| Efekt                     | Student, który zaliczył przedmiot                                      | Odniesienie do kierunkowych efektów uczenia się |
|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| w zakresie <b>WIEDZY:</b> |                                                                        |                                                 |
| W01                       | zna podstawy mikroskopii bliskich oddziaływań                          | FIZ1A_W08                                       |
| W02                       | zna opis mikroskopii sił atomowych i tunelowej mikroskopii skaningowej | FIZ1A_W08                                       |

|                                            |                                                                                                                                                                                                                         |                        |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|                                            |                                                                                                                                                                                                                         | FIZ1A_W12              |
| W03                                        | zna typowe tryby pracy mikroskopów oddziaływania bliskiego zasięgu                                                                                                                                                      | FIZ1A_W08<br>FIZ1A_W12 |
| W04                                        | zna metody interpretacji obrazów otrzymywanych w mikroskopii bliskiego oddziaływania                                                                                                                                    | FIZ1A_W12              |
| w zakresie <b>UMIEJĘTNOŚCI:</b>            |                                                                                                                                                                                                                         |                        |
| U01                                        | potrafi opisać zasady działania mikroskopów bliskiego zasięgu                                                                                                                                                           | FIZ1A_U12              |
| U02                                        | potrafi wybrać tryb pracy sondy skanującej do badanej próbki                                                                                                                                                            | FIZ1A_U12              |
| U03                                        | potrafi zinterpretować obraz otrzymany z mikroskopy bliskich oddziaływań                                                                                                                                                | FIZ1A_U04              |
| w zakresie <b>KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH:</b> |                                                                                                                                                                                                                         |                        |
| K01                                        | Jest gotów do dostrzegania znaczenia mikroskopii bliskich oddziaływań jako narzędzia umożliwiającego badanie układów w skali atomowej oraz jej zastosowania w rozwoju nauki i technologii na rzecz potrzeb społecznych. | FIZ1A_K02              |

#### 4.4. Sposoby weryfikacji osiągnięcia przedmiotowych efektów uczenia się

| Efekty przedmiotowe<br>(symbol) | Sposób weryfikacji (+/-) |   |     |             |   |     |             |   |     |                         |   |     |               |   |     |                 |   |     |                |   |     |
|---------------------------------|--------------------------|---|-----|-------------|---|-----|-------------|---|-----|-------------------------|---|-----|---------------|---|-----|-----------------|---|-----|----------------|---|-----|
|                                 | Egzamin ustny/pisemny*   |   |     | Kolokwium*  |   |     | Projekt*    |   |     | Aktywność na zajęciach* |   |     | Praca własna* |   |     | Praca w grupie* |   |     | Inne (jakie?)* |   |     |
|                                 | Forma zajęć              |   |     | Forma zajęć |   |     | Forma zajęć |   |     | Forma zajęć             |   |     | Forma zajęć   |   |     | Forma zajęć     |   |     | Forma zajęć    |   |     |
|                                 | W                        | L | ... | W           | L | ... | W           | L | ... | W                       | L | ... | W             | L | ... | W               | L | ... | W              | L | ... |
| W01-W04                         | +                        |   |     |             |   |     | +           |   |     | +                       |   |     |               |   |     |                 |   |     |                |   |     |
| U01-U03                         |                          |   |     |             |   |     | +           |   |     | +                       |   |     | +             |   |     |                 |   |     |                |   |     |
| K01                             |                          |   |     |             |   |     |             |   |     | +                       |   |     | +             |   |     |                 |   |     |                |   |     |

\*niepotrzebne usunąć

#### 4.5. Kryteria oceny stopnia osiągnięcia efektów uczenia się

| Forma zajęć      | Ocena | Kryterium oceny                                                                    |
|------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|
| wykład (W)       | 3     | co najmniej 50% i nie więcej niż 60% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania |
|                  | 3,5   | ponad 60% i nie więcej niż 70% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                  | 4     | ponad 70% i nie więcej niż 80% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                  | 4,5   | ponad 80% i nie więcej niż 90% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                  | 5     | ponad 90% liczby punktów możliwych do uzyskania                                    |
| laboratorium (L) | 3     | co najmniej 50% i nie więcej niż 60% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania |
|                  | 3,5   | ponad 60% i nie więcej niż 70% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                  | 4     | ponad 70% i nie więcej niż 80% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                  | 4,5   | ponad 80% i nie więcej niż 90% łącznej liczby punktów możliwych do uzyskania       |
|                  | 5     | ponad 90% liczby punktów możliwych do uzyskania                                    |

### 5. BILANS PUNKTÓW ECTS – NAKŁAD PRACY STUDENTA

| Kategoria                                                                              | Obciążenie studenta |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------|
|                                                                                        | Studia stacjonarne  | Studia niestacjonarne |
| LICZBA GODZIN REALIZOWANYCH PRZY BEZPOŚREDNIM UDZIALE NAUCZYCIELA /GODZINY KONTAKTOWE/ | 30                  |                       |
| Udział w wykładach*                                                                    | 15                  |                       |
| Udział w laboratoriach*                                                                | 15                  |                       |
| SAMODZIELNA PRACA STUDENTA /GODZINY NIEKONTAKTOWE/                                     | 20                  |                       |
| Przygotowanie projektu*                                                                | 5                   |                       |
| Przygotowanie do laboratorium*                                                         | 10                  |                       |
| Przygotowanie do egzaminu/kolokwium*                                                   | 5                   |                       |
| <b>ŁĄCZNA LICZBA GODZIN</b>                                                            | <b>50</b>           |                       |

|                                 |          |  |
|---------------------------------|----------|--|
| <b>PUNKTY ECTS za przedmiot</b> | <b>2</b> |  |
|---------------------------------|----------|--|

*\*niepotrzebne usunąć*

**Przyjmuję do realizacji** (data i czytelne podpisy osób prowadzących przedmiot w danym roku akademickim)

.....