

## Sylabus przedmiotu

|   |  |
|---|--|
| Przedmiot:  | <b>Techniki eksperymentalne w chemii</b>   |
| Kierunek:   | Chemia, III stopień [4 lat], stacjonarny, rozpoczęty w: 2012   |
| Tytuł lub szczegółowa nazwa przedmiotu:                                 | Mikroskopia ze skanującą sondą, SPM, ze szczególnym uwzględnieniem mikroskopii sił atomowych, AFM  |
| Rok/Semestr:  | 1/-  |
| Liczba godzin:  | 30,0   |
| Nauczyciel:   | <b>Marczewski Adam, dr hab.</b>  |
| Forma zajęć:  | wykład   |
| Rodzaj zaliczenia:  | egzamin  |
| Punkty ECTS:  | 3,0  |
| Godzinowe ekwiwalenty punktów ECTS (łącznie liczba godzin w semestrze): | 1,0 Godziny kontaktowe z prowadzącym zajęcia realizowane w formie konsultacji<br>30,0 Godziny kontaktowe z prowadzącym zajęcia realizowane w formie zajęć dydaktycznych<br>2,0 Przygotowanie się studenta do zajęć dydaktycznych<br>3,0 Przygotowanie się studenta do zaliczeń i/lub egzaminów<br>3,0 Studiowanie przez studenta literatury przedmiotu   |
| Poziom trudności:   | zaawansowany   |
| Wstępne wymagania:  | Znajomość podstawowych zagadnień chemii fizycznej i fizyki, ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływań międzycząsteczkowych i między cząsteczkami i fazami skondensowanymi.<br><br>Znajomość zasad działania i ograniczeń oraz zastosowań podstawowych technik mikroskopowych, zwłaszcza mikroskopii optycznej oraz mikroskopii elektronowych SEM i TEM.  |
| Metody dydaktyczne:   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• dyskusja dydaktyczna</li> <li>• ekspozycja</li> <li>• konsultacje</li> <li>• objaśnienie lub wyjaśnienie</li> <li>• wykład informacyjny</li> <li>• wykład konwersatoryjny</li> <li>• wykład problemowy</li> </ul>   |
| Zakres tematów:   | Ogólne podstawy działania mikroskopii ze skanującą sondą (SPM, Scanning Probe Microscopy).<br>Szczegółowe omówienie podstaw działania, ograniczeń i zastosowań szeregu technik SPM:<br>- STM (Scanning Tunneling M.), STS (S.T. Spectroscopy), SPS (S.P. Spectroscopy)<br>- mikroskopia AFM (Atomic Force Microscopy) z odmianami: LFM (Lateral Force M.), FFM (Friction Force M.), MFM (Magnetic Force M.), EFM (Electrostatic Force M.), FMM (Force Modulation M.), PDM (Phase Detection M.), CSAFM (Current Sensing AFM); charakter krzywych siła - odległość; tryby działania topograficznego AFM; porównanie z klasycznym SFA (Surface Force Apparatus)<br>- NSOM (Near-Field Scanning Optical M.) - porównanie z technikami AFM oraz mikroskopią optyczną i elektronową<br><br>Wykorzystanie metod SPM w zależności od środowiska ("ambient", ciecze, w tym ciecze przewodzące), spektroskopia SPM, pomiary in situ - porównanie z tradycyjnymi metodami SEM/TEM |
| Forma oceniania:  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• egzamin pisemny</li> </ul>  |
| Warunki zaliczenia:   | Znajomość podstaw działania, ograniczeń i zastosowań różnych technik SPM,<br><br>Umiejętność wyróżnienia najważniejszych podobieństw i różnic pomiędzy różnymi technikami SPM oraz klasyczną mikroskopią optyczną i elektronową.<br><br>Umiejętność zaproponowania odpowiedniej techniki w zależności od badanego układu doświadczalnego, warunków panujących w układzie oraz poszukiwanych właściwości  |
| Literatura:   | P.W. Atkins, <b>Chemia fizyczna</b> , PWN 2003<br><br>K. Pigoń, Z. Ruziewicz i inni, <b>Chemia Fizyczna</b> , t.1-4, PWN 2007-2014<br><br>J.N. Israelachwili, <b>Intermolecular and Surface Forces</b> , Academic Press, 1985 (1st edition) / Elsevier, 2011 (3rd ed.)<br><br>S.H. Cohen, M.L. Lightbody, <b>Atomic Force Microscopy/scanning Tunneling Microscopy</b> , Springer, 2004<br><br><b>A practical guide to SPM</b> , <a href="http://www.veeco.com/pdfs/library/spm_guide_0829_05_166.pdf">http://www.veeco.com/pdfs/library/spm_guide_0829_05_166.pdf</a>   |

**Wykład: techniki eksperymentalne w chemii (SPM) - Zagadnienia szczegółowe:**

1. Co to jest SPM - idea i podstawy działania (w tym wspólne elementy wszystkich SPM).
2. Podstawowe rodzaje SPM (co najmniej STM i kilka odmian AFM) - podobieństwa i różnice.
3. Przedstawić krótko odmiany AFM (standardowy=topograficzny, LFM, FFM, EFM, MFM, FMM, PDM itd.), podać różnice.
4. Co to jest STS, SPS (...Scanning Spectroscopy) i do czego można ją zastosować?
5. Znaczenie warunków pracy SPM - możliwość stosowania różnych technik (STM, AFM, EFM itd.) w różnych warunkach (powietrze, próżnia, ciecze przewodzące/nieprzewodzące, wilgotność powietrza, zanieczyszczenia).
6. Omówić zasadę działania STM, warunki, zastosowania
7. Omówić zasadę działania podstawowego/topograficznego AFM, warunki, zastosowania
8. Wyjaśnić tworzenie obrazu AFM, przyczyny i charakter obserwowanych zniekształceń obrazu
9. Omówić typową krzywą Siła-odległość (AFM)
10. Wyjaśnić różnice trybów działania Constant Force (stała siła) i Constant Height (stała wysokość).
11. Wpływ wody na powierzchni próbki na pomiar AFM z zależności od trybu działania
12. Wyjaśnić różnice trybów działania Contact, Non-contact, Intermittent Contact, Tapping Mode
13. Kształt oraz metody wytwarzania próbników (cantilever tip) AFM (kształt piramidy i stożka)
14. Wyjaśnić mechanizm powstawania obrazu AFM i znaczenie kształtu i wielkości promienia próbника (cantilever tip) AFM
15. Wyjaśnić/omówić sposób ulepszenia obrazu AFM przy wykorzystaniu kształtu próbника (cantilever tip) AFM
16. Wyjaśnić/omówić ideę kalibracji kształtu próbника (cantilever tip) AFM przy użyciu cząstek koloidalnych itp.
17. Omówić zasadę działania i zastosowanie mikroskopii LFM i FFM (por. ze standardowym AFM).
18. Omówić sposób działania mikroskopu PDM (+zastosowanie).
19. Omówić sposób działania mikroskopu FMM (+zastosowanie)
20. Przedstawić podobieństwa i różnice (w tym zastosowania) mikroskopii PDM i FMM
21. Omówić sposób działania mikroskopu MFM (+zastosowanie)
22. Wyjaśnić działanie mikroskopii EFM oraz CS AFM (+zastosowanie)
23. Wyjaśnić działanie mikroskopii SNOM (NSOM), porównaj z mikroskopią optyczną
24. Omówić sposób działania mikroskopu TS AFM (+ możliwe zastosowanie)
25. Zalety i wady mikroskopii SPM w porównaniu z mikroskopią elektronową (TEM i SEM) i optyczną
26. Zalety i wady mikroskopii STM w porównaniu z mikroskopią elektronową (TEM i SEM) i optyczną
27. Zalety i wady mikroskopii AFM w porównaniu z mikroskopią elektronową (TEM i SEM) i optyczną
28. Co to jest SFA i możliwość wykorzystania mikroskopii SPM (np. MAC Mode AFM) w tym charakterze

Dodatkowe informacje: