

Mikroskopia sił atomowych dla inżynierii nanostruktur.

Rafał Bożek (rafal.bozek@fuw.edu.pl)

W ramach przygotowania do zajęć proszę zapoznać się ze skryptem dostępnym na stronie:

http://www.inmat.pw.edu.pl/zaklady/zpim/Mikroskopy_STM_AFM.pdf

oraz omówieniem i animacjami ilustrującymi pracę mikroskopu w różnych trybach Contact AFM (Constant Height, Constant Force, Lateral Force), Amplitude Modulation AFM (Intermittent Contact, Non-Contact), Electrostatic Force Modes (Kelvin Probe Force Microscopy) i MFM (MFM AC):

<http://www.ntmdt.com/spm-principles>

Przygotowanie do zajęć zostanie wstępnie sprawdzone za pomocą krótkiej kartkówki (5 minut) – zbiór pytań zamieszczony poniżej.

Ponieważ zakładam, że osoby uczestniczące w zajęciach nie są ekspertami w dziedzinie mikroskopii sił atomowych, a czasu jest niewiele, ćwiczenie będziemy wykonywać razem, tzn. przynajmniej na początku zajęć będę demonstrować obsługę mikroskopu, wyjaśniając funkcjonowanie programu sterującego i oczekując jednocześnie na Państwa aktywny udział w tych działaniach – odpowiedzi na zadawane przeze mnie pytania, komentowanie uzyskiwanych wyników, samodzielne zadawanie pytań, sugestie dotyczące rozwiązania napotykaných problemów itd. Wynik początkowego sprawdzianu i aktywność na zajęciach będzie podstawą wystawienia oceny.

1. Scharakteryzować potencjał Lennarda-Jonesa opisujący oddziaływanie pomiędzy pojedynczymi atomami, znać zasięg i źródło oddziaływania odpychającego i przyciągającego, oszacować rząd liczby oddziałujących atomów w przypadku ostrza i płaskiej próbki.
2. Wyjaśnić, co to są siły kapilarne działające na ostrze i jaki wpływ wywierają na pomiar.
3. Naszkicować schemat mikroskopu sił atomowych i krótko omówić rolę poszczególnych elementów.
4. Omówić budowę skanera i wyjaśnić, dlaczego ruch w kierunkach x i y jest sprzężony z ruchem w kierunku osi z.
5. Omówić właściwości materiałów piezoelektrycznych (zależność wydłużenia od napięcia i czasu – nieliniowość, histereza, pełzanie). Naszkicować przykładowe wykresy.
6. Omówić układ detekcji optycznej położenia dźwigni. Wyjaśnić rolę detektora czteropolowego.
7. Omówić działanie pętli sprzężenia zwrotnego, na przykładzie trybu kontaktowego ze stałą siłą.
8. Omówić pomiar w trybie kontaktowym, wskazać zalety i wady, oszacować nacisk i ciśnienie wywierane przez ostrze na powierzchnię próbki.

9. Omówić pomiar w trybie z kontaktem przerywanym („intermittent contact”, „tapping mode”), wskazać wady i zalety.
10. Omówić ograniczenia dotyczące kształtu mierzonej powierzchni, wynikające z kształtu ostrza pomiarowego, wykonać odpowiedni rysunek.
11. Oszacować zdolność rozdzielczą mikroskopu, znając wielkość mierzonego obszaru oraz liczbę linii i punktów w linii.
12. Omówić pomiar w trybie sił bocznych (Lateral Force Mode), podając różnice do pomiaru topografii w trybie kontaktowym.
13. Omówić pomiar w trybie sił magnetycznych (Magnetic Force Mode).
14. Wyjaśnić, co to jest praca wyjścia, napięcie kontaktowe i sonda Kelvina.