

### Opis Przedmiotu Zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest dostawa niżej opisanych urządzeń o parametrach technicznych i funkcjonalnych **nie gorszych** niż wyspecyfikowane.

Przedmiot zamówienia musi pochodzić z legalnego źródła i być przeznaczony do użytkowania w Polsce.

Nazwa zamówienia: **Rozbudowa hybrydowego systemu ramanowskiego w części mikroskopii z sondą skanującą**

Nr referencyjny postępowania: **WF/4/ZP/2024**

#### Adres dostawy:

Politechnika Warszawska, Wydział Fizyki

ul. Koszykowa 75

00-620 Warszawa

#### Wymagania Ogólne:

Lp.	Wymagania ogólne:
1.	Urządzenia muszą być fabrycznie nowe i nieużywane.
2.	W momencie oferowania wszystkie elementy i podzespoły, części zużywające się, itp. oferowanych urządzeń muszą być zapewnione przez producenta.
3.	Urządzenia i ich komponenty muszą być oznakowane przez producentów w taki sposób, aby możliwa była identyfikacja zarówno produktu jak i producenta (dotyczy również komponentów urządzenia),
4.	Urządzenia muszą być dostarczone Zamawiającemu w oryginalnych opakowaniach fabrycznych producenta.
5.	Do każdego urządzenia musi być dostarczony komplet standardowej dokumentacji dla użytkownika w formie papierowej lub elektronicznej.
6.	Urządzenia muszą być zgodne z europejskimi normami dotyczącymi oznakowania CE.
7.	Wszystkie urządzenia muszą współpracować z europejską siecią energetyczną.

## **Rozbudowa hybrydowego systemu ramanowskiego w części mikroskopii z sondą skanującą**

Przedmiotem zamówienia jest rozbudowa systemu mikroskopii z sondą skanującą (SPM), znajdującego się na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej, zapewniające nowe funkcjonalności umożliwiające badania szerokiej gamy materiałów, w szczególności materiałów dwuwymiarowych. Rozbudowa i unowocześnianie systemu musi być kompatybilne z posiadanym obecnie sprzętem firmy Bruker Dimension Icon. W szczególności rozbudowa powinna obejmować: 1) Komorę akustyczną wraz ze zintegrowanym systemem tłumienia drgań, zapewniającą minimalizację szumów oraz minimalizację drgań akustycznych. 2) Opcję szybkiego skanowania wykorzystującą obecnie posiadaną głowicę Icon, pozwalającą na skanowanie z 2-10 krotnie większą prędkością w porównaniu do obecnego, zależnie od morfologii powierzchni. 3) Tryb badawczy elektryczny częstotliwościowy KPFM pozwalający na pomiary pracy wyjścia w trybie PeakForce Tapping. 4) Tryb badawczy przewodzącego AFM (c-AFM), który w trybie kontaktowym pozwala uzyskiwać informację o przewodności elektrycznej próbek oraz pomiar krzywych I-V.

### **1. Komora akustyczna**

- 1.1.** Komora musi być kompatybilna z systemem Dimension Icon firmy Bruker zainstalowanym na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej;
- 1.2.** Maksymalne wymiary komory to: 36x33x63,5 cali;
- 1.3.** Komora musi ograniczać szумы w celu uzyskania minimum specyfikacji nowo instalowanych trybów z punktów 2-4;
- 1.4.** Komora akustyczna musi być sprzężona z pneumatycznym układem tłumienia drgań;
- 1.5.** Komora akustyczna musi umożliwiać uzyskanie poziomu szumów systemu poniżej <50pm RMS w warunkach hałasu akustycznego nie przekraczającego 55dB.

### **2. Szybkie skanowanie**

- 2.1.** Opcja szybkiego skanowania musi być kompatybilna z systemem Dimension Icon firmy Bruker. Zarówno oprogramowaniem NanoScope jak i częścią sprzętową zainstalowanym na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej;
- 2.2.** Musi wykorzystywać obecny skaner głowicy mikroskopu Dimension Icon przynajmniej w 70% zakresu w osiach X, Y i Z
- 2.3.** Pozwala na skanowanie w trybie przerywanego kontaktu z częstotliwością co najmniej 90Hz w zależności od topografii powierzchni;
- 2.4.** Zwiększa maksymalną szybkość skanowania, zachowując jakość obrazu: 1) o co najmniej 2x dla próbek o rozbudowanej morfologii powierzchni i wysokiej adhezji, tj: chropowatość:  $R_a = \pm 1000\text{nm}$ , Adhezja:  $A=200\text{nN}$ . 2) Co najmniej 10x dla próbek płaskich o niskiej adhezji: Chropowatość:  $R_a = \pm 5\text{nm}$ , Adhezja:  $A=1\text{nN}$ . Parametr ten będzie weryfikowany podczas odbioru technicznego na próbkach zamawiającego na podłożach krzemowych;
- 2.5.** Zawiera min 10 sond niezbędnych do wykonywania pomiarów w tym trybie pracy.

### 3. Tryb KPFM

- 3.1. Tryb KPFM musi być kompatybilny z systemem Dimension Icon firmy Bruker zainstalowanym na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej;
- 3.2. Pozwala na wykonywanie pomiarów potencjału powierzchniowego w modzie amplitudowym i częstotliwościowym;
- 3.3. Wykorzystuje samoopimalizujący tryb dobierający samodzielnie parametry pomiaru w celu ustawienia najlepszej jakości obrazu o parametrach:
  - 3.3.1.automatyczna optymalizacja krytycznych parametrów obrazowania obejmujących wartość zadaną, wzmocnienia, szybkość skanowania oraz limit w osi Z.
  - 3.3.2.możliwość pracy w powietrzu oraz w cieczech
  - 3.3.3.praca w oparciu o tryb obrazowania z przerywanym kontaktem bez potrzeby szukania częstotliwości rezonansowej dźwigni
  - 3.3.4.obrazowanie ze standardowymi szybkościami skanowania (ok. 10 minut na obraz)
  - 3.3.5.bezpośrednią kontrola siły igła – próbka na poziomie co najmniej 10 pN
- 3.4. Posiada automatyczną kompensację dryfu sygnału odchylenia. Musi umożliwiać użytkownikowi wykonywanie pomiarów KPFM przy użyciu detekcji KPFM z modulacją amplitudową (AM) i modulacją częstotliwościową (FM).
- 3.5. Musi umożliwiać kombinację KPFM z trybem Tapping Mode i trybem obrazowania z jednoznaczny mapowaniem w ujęciu ilościowym takich właściwości materiałów jak adhezja oraz moduł Younga powinna przebiegać z rozdzielczością <math><10\text{ nm}</math> (<math><10\text{ minut na obraz}</math>). Wymagany zakres wyznaczanego modułu Younga - od 1 MPa do 50 GPa (minimalna szybkość rampowania 2 kHz).
- 3.6. Musi umożliwiać pomiar KPFM w trybie jednoprzebiegowym oraz w trybie dwuprzebiegowym.
- 3.7. Musi umożliwiać pomiar dwuprzebiegowy Lift Mode w trakcie pomiaru FM-KPFM, w celu uniknięcia artefaktów mechanicznego przesłuchu (fazy).
- 3.8. Jednoprzebiegowy pomiar KPFM musi zapewniać jednoczesną rejestrację następujących kanałów: topografia i potencjał powierzchniowy.
- 3.9. Musi zawierać sondy (co najmniej 10 szt.) zoptymalizowane dla FM-KPFM z niską ( $\sim 1\text{ N / m}$ ) stałą sprężystości sondy i dużym współczynnikiem Q z promieniem końcówki <math><10\text{ nm}</math>.
- 3.10. Musi zawierać tryb wysokiego napięcia KPFM do  $\pm 100\text{ V}$  do pomiaru nieruchliwych centrów ładowania, bez konieczności stosowania wysokiego napięcia 100V na próbce lub sondzie.
- 3.11. Musi umożliwiać pełną automatyczną konfigurację parametrów KPFM, w których udane pomiary nie wymagają od użytkownika wykonania żadnej z poniższych czynności po włożeniu nowej sondy:
  - 3.11.1. Dostrajanie częstotliwości
  - 3.11.2. Ustawienie amplitudy
  - 3.11.3. Ustawienie fazy
  - 3.11.4. Ustawienie parametrów sprzężenia zwrotnego KPFM

#### **4. Tryb c-AFM**

- 4.1.** Tryb c-AFM musi być kompatybilny z systemem Dimension Icon firmy Bruker zainstalowanym na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej;
- 4.2.** Pozwala na pomiary prądu przewodzenia między próbką a sondą podczas skanowania;
- 4.3.** Mierzy prąd z rozdzielczością nie gorszą niż 70 pA. Wykorzystuje min 2 zakresy: co najmniej do 10nA oraz do min 1μA. Musi być możliwe przełączanie wzmocnienia prądu z poziomu oprogramowania bez konieczności wymiany uchwytu sond.
- 4.4.** Pozwala na przyłożenia napięć z zakresu od pojedynczych mV do 10V;
- 4.5.** Zawiera min 10 sond niezbędnych do wykonywania pomiarów w tym trybie pracy;

#### **Pozostałe wymagania:**

- Wykonawca zobowiązuje się do dostarczenia sprzętu do 7 miesięcy od momentu podpisania kontraktu.
- Wykonawca zobowiązuje się do realizacji zamówienia w całości.
- Wykonawca zapewni 12 miesięczny okres gwarancyjny na dostarczone komponenty, w którym zobowiązuje się do naprawienia wszelkich występujących usterek dostarczonego sprzętu nie będących wynikiem zaniedbania lub błędu Zamawiającego.
- Serwis urządzeń musi być realizowany przez Producenta lub Autoryzowanego Partnera Serwisowego Producenta.
- Wykonawca zagwarantuje dostawę i instalację sprzętu na terenie Politechniki Warszawskiej.
- Wykonawca przeprowadzi szkolenie dla personelu Zamawiającego (osoby wskazane przez Zamawiającego) z obsługi i użytkowania sprzętu. Szkoleniu podlegać będzie minimum dwóch pracowników personelu Zamawiającego, szkolenie odbędzie się w formie stacjonarnej nie później niż cztery tygodnie po dostarczeniu, ustawieniu i zainstalowaniu sprzętu.