**Załącznik nr 2 do SWZ**

**FORMULARZ WARUNKÓW TECHNICZNYCH**

w postępowaniu o udzielenie zamówienia publicznego pn. **„Sprzedaż i dostarczenie zintegrowanej platformy mikroskopowej SEM-Raman do korelacyjnej, zaawansowanej charakterystyki materiałów i obrazowania w wysokiej rozdzielczości w ramach projektu: „Combined SEM-Raman microscopy platform for correlative advanced material characterization and high-resolution imaging” dla Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego”** **- nr sprawy: XXXX**, oferujemy urządzenie spełniające poniższe wymagania techniczne:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Lp.** | Opis parametrów | **Wymagane minimalne parametry**  | **Parametry oferowanego urządzenia** **(Wypełnia Wykonawca)** |
| **1** | 2 | **3** | **4** |
| **Sprzedaż i dostarczenie zintegrowanej platformy mikroskopowej SEM-Raman do korelacyjnej, zaawansowanej charakterystyki materiałów i obrazowania w wysokiej rozdzielczości w ramach projektu: „Combined SEM-Raman microscopy platform for correlative advanced material characterization and high-resolution imaging” dla Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego** |
| **Producent …………………………………………………………..………………………………………………………………..……………… *(Należy podać)*****Model ……………………………………………………………………………………………………………………………………..………..… *(Należy podać)*****Rok produkcji: …………………………………………………………………..(nie wcześniej niż 2022)**  |
| A | Zautomatyzowany i funkcjonalny spektrometr ramanowski sprzężony z mikroskopem konfokalnym, przewidziany do wysokorozdzielczego obrazowania 2D i 3D powierzchni mikro- i makropróbek, w tym jednoczesnych pomiarów współosiowych SEM+Raman oraz korelacji map ramanowskich z obrazami z mikroskopu SEM |
|  | Spektrometr ramanowski  | Zapewniający:* optykę gwarantującą wysoką przepustowość w zakresie VIS-NIR
* ogniskową o długości min. 250 mm
* cztery siatki dyfrakcyjne: 600, 1200, 1800 i 3000 l/mm, spośród których przynajmniej dwie są dostosowane do detekcji w VIS i dwie do detekcji w NIR
* elementy optyczne niezbędne do pomiarów polaryzacyjnych dla długości fal: 532 nm i 785 nm
* możliwość **jednoczesnego** obrazowania tego samego obszaru powierzchni próbki przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM) i mikroskopu ramanowskiego – **synchroniczne pomiary współosiowe SEM+Raman** bez potrzeby przesuwu lub przenoszenia próbki między układem do detekcji sygnału SEM i Ramana (tzw. pomiar in-situ).
* obserwację zmian w obrazie SEM w czasie rzeczywistym pomiaru mapowania ramanowskiego
* dostosowanie oprogramowania do zarządzania pomiarami typu Raman, SEM+Raman oraz analizy ich wyników
* automatyzację: justowania wiązki na drodze optycznej od lasera do mikroskopu oraz od mikroskopu do detektora, kalibracji skali przesunięcia ramanowskiego i korekty intensywności przy użyciu wbudowanych źródeł światła oraz regulacji parametrów systemu przy użyciu wewnętrznej próbki referencyjnej
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 2. | Źródła wzbudzenia | Układ musi umożliwiać podłączenie zgodnie z zasadami bezpieczeństwa 2 laserów oraz ich kontrolę z poziomu oprogramowania. System musi być wyposażony w:* laser NIR emitujący linię 785 nm o mocy min. 100 mW, wraz z odpowiednimi filtrami zapewniającym pomiary od 50 cm-1 (wartość tzw. przesunięcia Ramana) lub poniżej
* laser widzialny emitujący linię 532 nm o mocy min. 50 mW, wraz z odpowiednimi filtrami zapewniającym pomiary od 50 cm-1 lub poniżej
* zestaw filtrów niezbędnych do kontroli mocy wiązki na próbce
* system zautomatyzowanej kontroli regulacji średnicy i mocy (w sposób płynny w zakresie: 0,00005-100%) wiązki laserowej padającej na próbkę
* automatyczne dostosowanie ogniska wiązki laserowej do topografii próbki w trakcie skanowania (*online*)
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 3. | Detekcja  | * detektor typu CCD z chłodzeniem termoelektrycznym do min. -70°C (moduł Peltiera – bez konieczności chłodzenia wodą lub ciekłym azotem)
* minimalny wymiar matrycy: 1024 x 256 pikseli
* wydajna praca w zakresie spektralnym od co najmniej 400 nm do 1050 nm
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 4.  | Parametry spektralne pojedynczych widm (zarówno w komorze mikroskopu SEM jak i poza nią) | * zakres spektralny przesunięcia Ramana: 50-4100 cm-1
* rozdzielczość spektralna równa 0,5 cm-1 lub lepsza (dla linii 532 nm)
* możliwość ciągłego pomiaru widma z wysoką rozdzielczością w ww. zakresie podczas pojedynczej ekspozycji (bez konieczności “zszywania” okienek spektralnych)
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 5. | Mikroskop konfokalny prosty umożliwiający pomiary ramanowskie (punktowe i obrazowanie 2D oraz 3D), sprzężony optycznie ze spektrometrem ramanowskim | Wyposażony w:* głowicę trójokularową wraz z binokularem i kolorową kamerę wideo do wizualizacji próbki
* dodatkową wysokorozdzielczą kamerę (minimum 5 MP)
* zautomatyzowany układ kontroli rozmiaru apertury z poziomu oprogramowania
* źródło światła białego i zautomatyzowane przełączanie pomiędzy obrazem w świetle białym a pomiarem ramanowskim
* tryb obrazowania w ciemnym polu (*dark field*)
* zestaw obiektywów do obrazowania w jasnym polu o powiększeniu: a) x20 (NA ≥ 0,4) oraz x150 (NA ≥ 0,95) o standardowej ogniskowej; b) 50x, typu LWD (*long working distance*), NA ≥ 0,50; WD ≥ 10,0
* zestaw obiektywów typu LWD (*long working distance*) do obrazowania w ciemnym polu o powiększeniu: a) 20x, NA ≥ 0,4; WD ≥ 10,0; b) 100x, NA ≥ 0.75, WD ≥ 3,50
* obiektyw immersyjny olejowy o powiększeniu 100x i NA ≥ 1,25
* układ niezbędny do stabilnego mocowania obiektywów do obrazowania w jasnym i ciemnym polu oraz obiektywu immersyjnego olejowego
* zautomatyzowany stolik skanujący XYZ – o zakresie skanowania w XY: 100 mm × 70 mm i umożliwiający pomiar dla próbek o wysokości do 60 mm, zapewniający wielkość kroku skanowania: 50 nm w płaszczyźnie XY oraz minimalny krok w osi Z nie większy niż 10 nm
* kontroler (np. joystick) do pozycjonowania próbki
* osłonę przed promieniowaniem laserowym
* opcję doposażenia mikroskopu optycznego w typowe wyposażenie umożliwiające obserwację próbki w świetle spolaryzowanym lub kontrastu fazowego
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 6. | Moduł niezbędny do integracji z mikroskopem SEM oraz w pełni zautomatyzowanego pomiaru ramanowskiego (w tym mapowania 2D i 3D) w komorze SEM mikroskopu, bez konieczności manualnego przenoszenia próbki | wymagane | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 7. | Pomiary ramanowskie wewnątrz komory mikroskopu SEM  | * Mikroskop SEM musi być wyposażony we wszystkie elementy niezbędne do integracji z systemem spektrometru Ramana, w tym doprowadzenie światłowodowe wiązek laserów 532 nm i 785 nm do komory SEM oraz zapewniać możliwość dodatkowego źródła wzbudzenia w przyszłości (w tym linii 633 nm)

System musi gwarantować:* zgodność z normami pracy w próżni
* możliwość mapowania ramanowskiego 2D i 3D dla próbki w komorze mikroskopu SEM
* **synchroniczne w czasie** (jednocześnie uzyskiwany sygnał SEM/EDS i Ramana w komorze SEM) i zarazem **współosiowe obrazowanie** SEM/EDS+Raman w komorze mikroskopu SEM dla zdefiniowanego **tego samego obszaru** **próbki**, możliwe dla skanu o wymiarach do 500 μm x 500 μm x 500 μm (XYZ) lub powyżej, przy czym wysokość próbki w komorze SEM powinna móc dochodzić do 40 mm
* podgląd obszaru plamki laserowej w widoku obrazu SEM próbki oraz podgląd *online* SEM próbki w trakcie jednoczesnego mapowania ramanowskiego
* podgląd wideo obrazu optycznego próbki w komorze SEM
* system unikania kolizji (sonda sygnału Ramana + elementy mikroskopu SEM, tj. detektory, w tym także ruchome/wsuwane)
* zmotoryzowane pozycjonowanie XYZ do obrazowania Ramana (2D i 3D) próbki w komorze SEM, wielkość kroku 50 nm (rozdzielczość skanowania)
* sprzęt skanujący zlinearyzowany w trzech osiach (XYZ), z zamkniętą pętlą sprzężenia zwrotnego
* ogniskowanie obrazu optycznego próbki wewnątrz komory SEM i nawigację na próbce kontrolowane z poziomu oprogramowania i za pomocą zewnętrznego panelu
* wbudowany system kalibracji pozycji układu skanującego we wnętrzu komory mikroskopu SEM
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 8. | Możliwość korelacji pomiarów ramanowskich (w tym mapowania 2D i 3D) uzyskanych poza komorą mikroskopu SEM z obrazami SEM i EDS dla tej samej lokalizacji na próbce | **Poza** **jednoczesnymi i** **współosiowymi pomiarami** SEM+Raman w komorze mikroskopu SEM, system musi gwarantować:* narzędzie oprogramowania służące do importowania i przekształcania współrzędnych obrazu zarejestrowanego osobno w systemie mikroskopu SEM do spektrometru ramanowskiego w celu wykonania pomiaru ramanowskiego (mapowanie 2D i 3D) dokładnie w tych samych pozycjach co wcześniej uzyskany obraz SEM/EDS
* automatyzację tego samego pomiaru ramanowskiego w różnych pozycjach na próbce (użycie zdefiniowanego zestawu współrzędnych do wyśrodkowania tego samego pomiaru i zbierania danych w wielu miejscach)
* korelację uzyskanych wyników pomiarów Ramana oraz SEM/EDS za pomocą oprogramowania dostępnego z systemem ramanowskim (precyzyjne nałożenie obrazów uzyskanych w dwóch osobnych systemach pomiarowych: SEM i Raman)
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 9. | Tryby i parametry pomiaru ramanowskiego | * akwizycja kompletnych widm Ramana (mapowanie XY punktowe) w wybranych obszarach próbki
* mapowanie liniowe (w tym wysokorozdzielcze)
* obrazowanie 3D (zarówno w komorze jak i poza komorą mikroskopu SEM) z możliwością składania obrazów 3D *offline*
* profilowanie głębokości (skany X/Z - i Y/Z) zarówno w komorze jak i poza komorą mikroskopu SEM
* szybkość zbierania widm Ramana – powyżej 1000 widm na sekundę dla pomiaru punktowego i powyżej 1400 widm na sekundę dla skanu liniowego
* rozdzielczość przestrzenna (XY) poniżej 250 nm oraz osiowa (Z) poniżej 900 nm (dla linii 532 nm) poza komorą mikroskopu SEM
* rozdzielczość przestrzenna (XY) minimum 1000 nm oraz osiowa (Z) minimum 2000 nm (dla linii 785 nm) poza komorą mikroskopu SEM
* rozdzielczość przestrzenna (XY) poniżej 700 nm oraz osiowa (Z) minimum 1000 nm (dla linii 532 nm) w komorze mikroskopu SEM
* rozdzielczość przestrzenna (XY) minimum 1000 nm oraz osiowa (Z) minimum 3000 nm (dla linii 785 nm) w komorze mikroskopu SEM
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 10. | Oprogramowanie do rejestracji oraz obróbki i analizy widm oraz map ramanowskich | Musi zapewniać:* możliwość podglądu online widm w trakcie pomiaru (w tym mapowania 2D i 3D) – śledzenia pojedynczego składnika próbki lub wybranego pasma
* moduł do badania i analizy statystycznej cząstek: identyfikację cząstek pod względem morfologii i natury chemicznej; a także klasyfikację i analizę dystrybucji oraz zliczanie cząstek ze względu na rozmiar, cechy geometrii, skład chemiczny; z wbudowanym edytorem do tworzenia raportów
* funkcje przetwarzania widma: korekcję linii bazowej – automatyczną i manualną, wygładzanie szumów, odejmowanie widm, wyznaczanie pochodnych
* możliwość dopasowywania pików funkcją Gaussa i/lub Lorentza oraz znajdowanie parametrów piku (pozycja maksimum, intensywność, szerokość, udział funkcji danego typu w dopasowaniu)
* opcję łączenia określonych funkcji przetwarzania i/lub analizy danych w jeden ciąg oraz ich zautomatyzowane zastosowanie do nowego pliku
* możliwość przechowania warunków poszczególnych pomiarów (pojedynczych widm i map) i ich przywoływania w postaci powtarzania jednej procedury zdefiniowaną przez użytkownika liczbę razy lub kolejkowanie sekwencji pomiarów do wykonania bez nadzoru użytkownika
* dostęp do zestawu bibliotek widm Ramana obejmujący co najmniej 20000 widm związków organicznych i nieorganicznych, w tym bazę minerałów geologicznych - pojedyncza licencja i klucz dostępu na komputerze sterującym spektrometrem Ramana
* dostęp do zestawu bibliotek widm Ramana obejmujący co najmniej 1400 widm związków organicznych i nieorganicznych, w tym bazę minerałów geologicznych - dwie licencje z dostępem offline (poza komputerem sterującym spektrometrem Ramana)
* przeszukiwanie bibliotek w celu identyfikacji widma nieznanej próbki oraz/lub porównania z widmem wzorca
* moduł rozszerzonej analizy widm obejmujący algorytm jednoczesnej wieloskładnikowej identyfikacji widm, pozwalający na rozpoznanie kilku składników próbki w trakcie pojedynczego przeszukiwania
* tworzenie własnych bibliotek użytkownika
* zaimplementowany edytor do tworzenia raportów z analizy wyników
* dostęp do co najmniej jednej licencji do sterowania pracą systemu oraz co najmniej 5 licencji do obróbki i analizy danych pomiarowych (*offline*)
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 11. | Oprogramowanie do analizy (w tym chemometrycznej) umożliwiające tworzenie oraz interpretację map ramanowskich oraz ich korelację z obrazami optycznymi oraz z obrazami uzyskanymi za pomocą mikroskopu SEM | Musi zapewniać:* analizę *offline* rozkładu przestrzennego (2D i 3D) wybranych parametrów spektralnych (pozycja pasma, intensywność, szerokość połówkowa) więcej niż jednego składnika dla zestawu widm w obrębie mapy ramanowskiej
* możliwość precyzyjnego nakładania obrazu optycznego i chemicznej mapy Ramana
* możliwość precyzyjnego nakładania obrazu chemicznego Ramana i obrazu topografii SEM, składu pierwiastkowego EDS itp. (z kontrolą translacji, obrotu, rozmiaru i współczynnika proporcji dla nakładki o zmiennej przezroczystości)
* kolorową reprezentację 2D i 3D dowolnego zestawu danych obrazowych (Raman, SEM/EDS itp.) w wybranych schematach kolorów
* wielowymiarową analizę danych, m.in. analiza głównych składowych (PCA), analiza skupień (tj. HCA, algorytm centroidów) analiza chi-kwadrat, rozdzielczość krzywej wielowymiarowej itp.
* sprawne przeszukiwanie dostępnych bibliotek w celu identyfikacji widma składników próbki oraz/lub porównania z widmem wzorca
* zaimplementowany edytor do tworzenia raportów
* częściowe otwarcie oprogramowania w celu wprowadzania własnych skryptów programowych
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 12. | Komputer sterujący pracą spektrometru ramanowskiego zintegrowanego z mikroskopem SEM, umożliwiający automatyczny wybór trybu pracy, akwizycję i obróbkę danych pomiarowych, wyposażony w niezbędne oprogramowanie analityczne oraz dwa monitory | Komputer typu stacji roboczej, posiadający parametry nie gorsze niż:* procesor – 12 rdzeni o taktowaniu minimum 2,1 GHz
* pamięć RAM: minimum 32 GB
* dyski twarde: typu SSD typu PCIe/NVMe, minimum 512 GB oraz typu HDD, minimum 2TB
* napęd DVD
* karta graficzna przeznaczona do pracy w stacji roboczej: PCI Express 4.0 szerokość x16, minimum 8 GB pamięci, 4 wyjścia DP 1.4 (*DisplayPort*)
* wejście USB 3.0: minimum 6 portów
* 2 gniazda RJ45 do podłączenia sieciowego: jedno co najmniej 1000 Mbit, drugie 100/10Mbit.
* 36 miesięcy gwarancji z naprawą w miejscu u klienta oraz wsparcia technicznego

Dwa monitory z uchwytami do montażu. Każdy z monitorów powinien posiadać parametry nie gorsze niż:* przekątna obrazu: minimum 24” (identyczna dla obu monitorów)
* rozdzielczość: minimum 1920 x 1200
* kontrast minimalny: 1000:1
* kąty widzenia 178 poziomo / 178 pionowo
* wejścia DP (*display port*)

System operacyjny oraz parametry komputera (dyski, pamięć RAM, procesor etc.) i monitorów (przekątna, kontrast i typ matrycy itp.) muszą umożliwić:* sprawną i płynną komunikację oprogramowania sterującego z platformą SEM+Raman
* wydajną kontrolę pracy spektrometru Ramana oraz jednoczesnych pomiarów współosiowych (SEM+Raman) i korelacyjnych (SEM+Raman)
* prawidłową i efektywną analizę oraz obróbkę danych pomiarowych
* dobrą jakość wizualną podczas podglądu o*nline* i obróbki danych

Klawiatura i mysz zapewniającę efektywną obsługę komputera i oprogramowania do sterowania oprogramowaniem ramanowskim. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 13. | Elementy niezbędne do montażu i bezpieczeństwa pracy oraz stabilności układu optycznego | Wymagane są:* stół optyczny z pasywną wibroizolacją o wymiarach minimum 1200 mm x 1000 mm
* inne niezbędne elementy, takie jak obudowa (ograniczająca dostęp światła), elementy wspierające konstrukcję i izolujące ruchy termiczne budynku itp.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 14. | Możliwość rozbudowy systemu o dalsze lasery (minimum jeden), w tym laser 633 nm (wraz z ewentualnym dodatkowym układem do detekcji) | wymagane  | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 15. | Gwarancja dotycząca spektrometru ramanowskiego – **UWAGA, ten parametr jest kryterium oceny ofert!** | * Na minimum 36 miesięcy od daty podpisania protokołu odbioru
* Obejmuje jeden darmowy przegląd systemu ramanowskiego rocznie
* Obejmuje wszystkie części nabyte w momencie pierwotnej instalacji systemu (w tym elementy zużywalne, z wyłączeniem materiałów eksploatacyjnych)
* Czas reakcji serwisu (telefon lub e-mail) do 48h (w dni robocze), czas wykonania naprawy gwarancyjnej do 14 dni roboczych od dnia zgłoszenia awarii lub do 60 dni w przypadku konieczności sprowadzenia podzespołów.
* Okres naprawy (przestój aparatury od momentu zgłoszenia usterki) wliczany jest do przedłużonego okresu gwarancyjnego.
* Bezpłatny upgrade oprogramowania w okresie gwarancji oraz dostęp do aktualizacji po jej ustaniu w obrębie danej wersji programu
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 16. | Szkolenie w siedzibie Zamawiającego, dotyczące spektrometru ramanowskiego. | Dwuetapowe szkolenie: * instruktażowe z obsługi spektrometru i oprogramowania – co najmniej 2-dniowe, bezpośrednio po instalacji systemu
* aplikacyjne (w terminie do 12 miesięcy po instalacji) – co najmniej 2-dniowe, uwzględniające demonstracje aplikacyjne
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 17**.** | Instrukcja obsługi dotycząca spektrometru ramanowskiego oraz stowarzyszonego oprogramowania  | Drukowana lub elektroniczna w języku polskim lub angielskim, przekazana wraz z dostawą systemu | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| **B.** | **Skaningowy mikroskop elektronowy (SEM), z trybem zredukowanej próżni i zintegrowany w tej samej osi optycznej z przeznaczoną sondą sygnału Ramana, przewidziany do wysokorozdzielczego obrazowania cech strukturalnych i składu pierwiastkowego z jednoczesnym współosiowym obrazowaniem ramanowskim (in-situ)** |
| 1a. | System próżni | Mikroskop musi być wyposażony w pełni automatyczny i całkowicie bezolejowy (*oil-free*) układ próżniowy, przystosowany do SEM z emisją Schottky'ego. Musi zawierać dwa tryby próżni w komorze z preparatami: “wysokiej próżni” i “zredukowanej próżni” do zadania wskazanego i regulowanego ciśnienia (ang. *High Vacuum* (HV) - *Variable Pressur*e (VP)). | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 1b. | Próżnia zredukowana w komorze | * Praca mikroskopu skaningowego w trybie zmiennej próżni w zakresie minimum pomiędzy 10 - 250 Pa – **UWAGA, ten parametr jest kryterium oceny ofert!**
* Możliwość przełączania trybu próżni w komorze mikroskopu (HV do VP i na odwrót na dowolną zadaną wartość ciśnienia) bez konieczności zapowietrzania i otwierania komory mikroskopu. W przypadku ciśnień wymagających założenia dodatkowej apertury chroniącej wysoką próżnię w kolumnie elektronowej, powinno odbywać się to automatycznie – bez ingerencji manualnej użytkownika, a stolik powinien wracać na ostatnią pozycję przed wywołaniem takiej czynności.
* W przypadku zakładania/zdejmowania apertur w trybie automatycznym system sterowania mikroskopem musi uwzględniać i wykluczać kolizję takiej apertury ze stolikiem/próbką podczas danej czynności oraz uwzględniać wymiary wydłużenia kolumny przez taką aperturę we wszystkich procedurach bezpieczeństwa, w tym również po założeniu apertury (np. blokada powrotu stolika na zapisaną pozycję, jeżeli ruch stolika/preparatu spowodowałoby kolizję z założoną aperturą).
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 2a. | Źródło elektronów | Katoda Schottky’ego (emisja termojonowa wspomagana polem (*Schottky-emitter*)) | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 2b. | Stabilność emisji oraz zabezpieczenia katody | * System kontrolowania katody Schottky’ego powinien automatycznie i w czasie rzeczywistym monitorować próżnię i emisję elektronów oraz zapobiegać przedterminowej (wynikającej z okresu gwarancji) eksploatacji, pogarszaniu podstawowych parametrów (w tym zniszczeniu) katody przez zjawiska takie jak: pierścieniowe zawalenie się końcówki emitera, zwarcia, czy przegrzania rezerwuaru ZrOx.
* System powinien też rutynowo i automatycznie dopasować napięcia ekstraktora oraz natężenia podgrzewania katody, tak żeby utrzymać optymalną stabilność emisji. Długoterminowo (w ramach gwarantowanej żywotności katody) wahania emisji nie mogą przekroczyć 1%/24h (uśrednionej wartości na te 24h pasywnego monitoringu), wyłączając z tego rygoru okresy po włączeniu/wyłączeniu instrumentu (7 dni) oraz okresów trzydniowych po automatycznych dopasowaniach wspomnianych parametrów. Operatorzy SEM z najwyższymi uprawnieniami (pracownicy laboratorium w miejscu instalacji) muszą mieć dostęp do zapisywanych pomiarów ustalonych i odczytanych parametrów katody.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 2c. | Przesłony (apertury) | Apertury powinny być albo łatwo wymienialne (zachowując ultra-wysoką próżnię przy katodzie podczas wymiany), albo mieć wbudowane rozwiązania zapewniające ich zabezpieczenie przed długoterminową (6-36 miesięcy) kontaminacją. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 2.d | Zakres napięć przyspieszających w kolumnie (*Acceleration Voltage*) | Wymagane są:* Płynna regulacja napięcia przyspieszania elektronów od 200 V do 30 kV.
* Ciągła (płynna) regulację napięcia.
* Dokładność przyspieszania w zakresie 10 kV-20 kV powinna wynieść mniej niż 0,5% zadanej wartości.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 2e. | Zakres natężenia | Możliwość ustalenia dowolnego natężenia wiązki od 1 pA do 50 nA, zależnie od napięcia przyspieszającego (nie mniej niż 10 nA przy mniejszym niż 5 kV przyspieszeniu) i z wszystkimi wymaganymi justowaniami kolumny w trybie automatycznym (włącznie z justowaniem apertur). | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 2f. | Pomiar natężenia wiązki elektronów | Wbudowany kubek Faraday’a (*Faraday cup*) i wbudowany pikoamperomierz do pomiaru prądu wiązki oraz możliwość odczytu ostatniego pomiaru na zadanych/obecnych ustawieniach kolumny elektronowej. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 3a. | Rozdzielczość wiązki elektronowej: | Wymagana rozdzielczość obrazów elektronów wtórnych (SE) wykazana na wzorcowej próbce ziaren złota umieszczonych na błonie węglowej:* przy napięciu 15 kV ≤ 0,7 nm (gwarantowana w miejscu instalacji)
* przy napięciu 1 kV ≤ 1 nm (gwarantowana w miejscu instalacji bez aktywnego trybu spowolnionej wiązki)
* przy napięciu 500 V oraz z aktywnym trybem spowalniania wiązki elektronowej, ≤ 0,9 nm
* przy napięciu 15 kV oraz w trybie zredukowanej próżni (30 Pa) ≤ 1,3 nm
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 3b. | Projekcja wiązki na próbkę | Przy minimalnym powiększeniu elektronowym pomiędzy skrajnym odchylaniem wiązki, korzystając z deflektorów tej samej osi odchylenia (np. X), odstęp na próbce powinien wynosić co najmniej 3 mm. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 4a. | Główne cechy generatora skanu SEM (X,Y) | * Wymagana szybkość skanowania (*dwell time*) musi obejmować zakres od 25 ns/piksel do 25 ms/piksel
* Generator skanu co najmniej 12bit-owy pozwalający rejestrować zdjęcia/rastry 4K (4096 x 4096 pikseli albo 16 Mpix)
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 4b. | Opcje skanowania obrazu | Dodatkowo względem podstawowego trybu skanowania ciągłego, dla próbek wrażliwych na wiązkę, wymagane są opcje szybkiego skanowania z uśrednianiem typu:* integracja wielu ramek z automatyczną korekcją przesunięć (*drift correction*)
* wielokrotne skanowanie pojedynczych linii ramki (integracja liniowa)
* skanowanie przeplatane (*interlaced*), celem minimalizacji ładowania się próbki

  | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 4c. | Dopasowanie ogniskowania do pochylonych powierzchni | Synchronicznie z głównymi generatorami XY sterowania soczewką ogniskowania (czy inną) na próbce, pozwalające utrzymać zogniskowany obraz próbek pochylonych. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 4d. | Kontrola i justowanie kolumny | W pełni automatyczne funkcje justowania przy ich wywołaniu z poziomu oprogramowania SEM oraz poszczególne parametry dostępne na graficznym interfejsie oraz fizycznym pulpicie sterowania, tj.: stygmatory, przesunięcie wiązki, ogniskowanie, powiększenie, jasność, kontrast. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 5a. | Komora preparatu | W komorze powinny zmieścić się preparaty o średnicy co najmniej 100 mm x 100 mm oraz wysokości 45 mm. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 5b. | Możliwości rozbudowy | Komora preparatu poza portami wymaganymi dla detektorów wymienionych w dalszej konfiguracji (ich liczba zależy od mikroskopu i jego konfiguracji) powinna mieć kilka dodatkowych portów zarezerwowanych na ewentualną rozbudowę mikroskopu w przyszłości:* co najmniej jeden dodatkowy port o kącie pochyłu 35° dla dodatkowego(-ych) detektora(-ów) EDS
* port do detektora katodoluminescencji(CL) ze spektrometrem widma CL (boczny)
* port do detektora STEM – *scanning transmission electron microscopy* (boczny)
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 6a. | Stolik do preparatów | Mikroskop musi posiadać w pełni zintegrowany z głównym oprogramowaniem SEM, zmotoryzowany i zautomatyzowany pięcio- (lub więcej) osiowy stolik (X, Y, Z, T, R). Wymagane zakresy ruchu:* X, Y: minimum 100 mm
* Z: minimum 60 mm
* T: pochył co najmniej w zakresie od -10° do +90°
* R: eucentryczny obrót 360° wokół dowolnego punktu X, Y
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 6b. | Powtarzalność powrotu stolika do zapisanych pozycji | Gwarantowany powrót z dowolnego kierunku z dokładnością co do ≤3 µm | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 6c. | Ułatwiona nawigacja preparatów/stolika | W pełni automatyczna (nie wymagająca od użytkownika wskazania żadnych punktów korelacyjnych/referencyjnych)oraz cechująca się 100% skutecznością metoda uzyskania poglądowego zdjęcia optycznego całego stolika ze wszystkimi zamontowanymi próbkami, automatycznym powiązaniem ze współrzędnymi mikroskopu i udostępnienia zdjęcia do szybkiej nawigacji (po kliknięciu na zdjęcie w wybranym miejscu stolik powinien przemieścić się automatycznie do wyznaczonej pozycji) na zamontowanych próbkach.  | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 6d. | Fizyczny interfejs użytkownika do kontroli stolika | Dowolne rozwiązanie spełniające funkcję fizycznego kontrolera przesuwu stolika co najmniej w osiach X i Y, np. joystick, pulpit z pokrętłami, trackball czy inne wygodne i intuicyjne fizycznie rozwiązanie. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 6e. | Zapobieganie fizycznym kolizjom | * Pasywne śledzenie teoretycznych zarysów detektorów i próbek do automatycznego zatrzymania ruchu stolika w przypadku ryzyka zderzenia próbki z detektorem czy kolumną – z programowalnym progiem (odległością) bezpieczeństwa
* Aktywne monitorowanie czy stolik nie dotyka innych elementów uziemionych (kolumny, detektora), w celu zatrzymania dalszego ruchu stolika w kierunku kolumny lub detektorów (*touch alarm*).
* Zainstalowane lampy ze światłem widzialnym oraz podczerwonym z boczną kamerą do obserwowania ruchu stolika (lub detektorów wprowadzonych do komory) i jego pozycji względem kolumny i innych detektorów.
* Modelowanie trajektorii stolika przy każdym automatycznym poleceniu i blokowanie poleceń prowadzących do potencjalnej kolizji, z uwzględnieniem aktualnej pozycji detektorów w kolumnie.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 7a. | Detekcja elektronów wtórnych (SE - *Secondary Electrons*) w celu obrazowania morfologii (opcjonalnie obrazowania fazowego) | Mikroskop powinien posiadać co najmniej 3 w pełni zintegrowane z oprogramowaniem SEM detektory do detekcji elektronów wtórnych (SE):1. Detektor Everhart’a-Thornley’a (ETD lub ekwiwalentny) z regulowanym napięciem na siateczce do przyciągania/odpychania elektronów wtórnych (jako filtr SE/BSE *Backscattered Electrons*).
2. Detektor do SE działający w zredukowanej próżni
3. Detektor SE umieszczony w środku kolumny (typu “*In-Lens*” lub pokrewne technologie) – **UWAGA, ten parametr jest kryterium oceny ofert!**
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 7b.  | Detekcja elektronów wstecznie rozproszonych (BSE - *Backscattered Electrons*) w celu obrazowania fazowego | Mikroskop powinien posiadać w pełni zintegrowany z oprogramowaniem SEM detektor lub kilka detektorów pozwalających uzyskać wysokokontrastowe obrazy fazowe (gęstość materiału) przy detekcji BSE w pełnym ich energetycznym zakresie. Detektor (lub zestaw uzupełniających się detektorów) powinien spełniać wszystkie poniższe wymagania: * Detektor nie może być oślepiony fotonami podczerwieni, światła widzialnego czy ultrafioletu pochodzącymi spoza interakcji wiązki elektronowej z materiałem.
* Detektor musi być czuły na kontrast BSE powstały przy różnych napięciach przyspieszających pomiędzy 2 kV a 30 kV oraz powinien działać poprawnie na odległościach roboczych od 1 do 20 mm (straty kontrastu są dopuszczalne, niedopuszczalny jest całkowity zanik obrazu przy 20 mm).
* Maksymalne pole widzenia nie może być mniejsze niż 2 mm przy odległości roboczej 15 mm.
* Detektor musi działać także w trybie niskiej próżni.
* Detektor powinien dawać mało ziarniste (pozwalające jednoznacznie interpretować budowę wewnętrzną) zdjęcia nawet przy zawężonym kontrastowaniu i umożliwiać detekcję różnic wynikających z domieszek pierwiastków śladowych (np. magmowy cyrkon, apatyt) przy natężeniu wiązki 10 nA.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 7c.  | Detektor widm energii promieniowania rentgenowskiego (EDS - *Energy Dispersive X-ray Spectrometer*). | Mikroskop powinien posiadać w pełni zintegrowany z oprogramowaniem SEM detektor EDS w technologii opartej na driftcie elektronów wewnątrz krzemowego dysku (ang. *Silicon Drift Detector* – w skrócie SDD), który pozwala osiągnąć największą przepustowość oraz nie wymaga chłodzenia ciekłym azotem. Aktywna powierzchnia powinna wynosić od 60 do 70 mm2. Kąt pochyłu 35°, optymalna odległość robocza 10 mm. Cienkie okienko polimerowe (czy inne podobne) umożliwiające rejestrowanie promieniowania rentgenowskiego o niskich energiach, co najmniej od 0,18 keV. Oprogramowanie detektora EDS musi być w pełni zintegrowane z oprogramowaniem SEM, system EDS powinien mieć dostęp do wszystkich metadanych stanu mikroskopu podczas akwizycji widma czy hiperspektralnych zdjęciach i być w stanie zapisywać te dane razem z danymi widm czy hiperwidm - **UWAGA, ten parametr jest kryterium oceny ofert!** | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 8. | Pełna funkcjonalność z spektrometrem Ramana | Pełna funkcjonalność ze spektrometrem Ramana, co oznacza:* Brak kolizji elementów spektrometru Ramana z jakimkolwiek detektorem czy spektrometrem EDS zamontowanym w komorze mikroskopie SEM.
* Synchroniczne obrazowanie SEM działające nie tylko w trybie **morfologicznym** (detekcja elektronów wtórnych) ale też **fazowym** (detekcja elektronów wstecznie rozproszonych, BSE), jednocześnie z pomiarem sygnału Ramana. Tzn., że obrazowanie fazowe musi działać w pełnym zakresie napięć osiągalnych dla mikroskopu SEM oraz przy odległości roboczej niezbędnej dla możliwości jednoczesnego pomiaru sygnału Ramana w komorze SEM oraz pokonywać ograniczenia/zasłanianie przez ramanowski układ optyczny, tak by umożliwić pomiar BSE zarówno blisko osi optycznej, jak i rozproszonych silnie w bok.
* Ochronę detektora fazowego przed oślepieniem laserem czy fotonami widma ramanowskiego powstałymi w wyniku oświetlania próbki laserem, jednocześnie ograniczenie maksymalnej szerokości pola widzenia takiego detektora wynikające z koniecznych dla pomiaru ramanowskiego rozwiązań technicznych w kolumnie mikroskopu SEM nie może być mniejsze niż 1 mm.
* Obrazowanie fazowe dla trybu BSE+Raman powinno być nadal płynne i umożliwiające płynne nawigowanie po próbce na podstawie szybkiego skanowania obrazu fazowego.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 9. | Detekcja sygnałów | * Możliwość rejestracji sygnałów pochodzących z co najmniej 3 różnych detektorów elektronowych jednocześnie.
* Konwertery używane do konwersji analogowych sygnałów elektronowych video do cyfrowych (ADC – *analog digital converter*) nie gorsze niż 14 bitowe.
* Dodatkowo mikroskop musi mieć zapasowe gniazda do umożliwienia podłączania i rejestrowania sygnałów video z dodatkowych detektorów (CL oraz STEM) przy ewentualnej rozbudowie SEM w przyszłości.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 10a. | Główne oprogramowanie do kontroli SEM | Musi zapewniać:* W pełni płynną (bez przerw w dostępie i responsywności) kontrolę nad SEM i detektorami elektronowymi oraz EDS.
* Kontrolę mikroskopu SEM współdziałającą z oprogramowaniem zdalnego pulpitu NoMachine.
* Sterowanie jasnością i kontrastem we wszystkich typach obrazowania elektronowego, włącznie z tymi wbudowanymi w przyszłości.
* Możliwość pracy za pomocą skrótów na klawiaturze, respektowanie ogólno-przyjętych skrótów w środowisku MS Windows i głównie przyjętych schematów interakcji graficznej użytkownika (np. lewy przycisk myszy do zaznaczania, selekcji, głównej interakcji, przesunięcia (*drag-drop*); prawy do wykazania menu z możliwymi funkcjami na obiekcie znajdującym się pod znacznikiem myszy itp.).
* Dostęp do poglądu i akwizycję widm EDS zintegrowane w tym samym głównym oprogramowaniu do kontroli SEM.
* Akwizycję map hiperspektralnych w tym samym głównym oprogramowaniu do kontroli SEM przy jednoczesnym skanowaniu obrazów elektronowych i poprawce *driftu*.
* Możliwość kalibrowania skali oraz pomiaru rozmiarów, odległości i obwodu bezpośrednio na obrazach elektronowych.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 10b. | Eksport obrazów, danych i metadanych | Musi zapewniać:* Możliwość eksportu zdjęć w głębi jednokanałowej 16-bitowej (nie chodzi o obraz rejestrowany z użyciem 8-bitowego ADC, zapisany do 16-bitowego zdjęcia)
* Łatwy eksport z tego samego okna akwizycji, możliwość jednoczesnego eksportowania wszystkich zdjęć zebranych z aktywnych kanałów wideo.
* Eksport za pomocą skrótu generującego nazwy plików na podstawie wcześniej skonfigurowanych reguł.
* Możliwość eksportu zdjęć w bezstratnym formacie TIFF
* Eksportowanie zdjęcia do formatu TIFF powinno zawierać wewnątrz pliku wszystkie możliwe metadane takie jak: pomiar emisji, napięcia, natężenia, sygnał (w przypadku konfiguracji detektora, np. ETD, ustawione parametry), pozycje stolika, tryb próżni, odległość roboczą, tryby kolumny, rozdzielczość (ile nm reprezentuje 1 piksel), komentarze użytkownika i inne dostępne metadane.
* możliwość eksportowania zdjęcia jako wizualnie czystego obrazu TIFF– bez nakładanego paska z informacjami czy innej adnotacji nad zdjęciem.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 10c. | Eksport widm EDS  | Widmo EDS musi dać się wyeksportować w celach interoperabilności z innym oprogramowaniem do obróbki danych EDS. To kryterium może być spełnione przez realizację jednego z poniższych wymogów:* Eksport w formacie (e)msa (według normy ISO 22029:2012 (wersja v2) albo według pierwotnej wersji pliku v1) do dalszej pracy z innymi programami do EDS. Plik emsa powinno zawierać wszystkie istotne parametry niezbędne do analizy wzorcowanej:
	+ prawidłowo zapisane parametry kalibracji widm: #OFFSET i #XPERCHAN
	+ #PROBECUR (natężenie wiązki)
	+ #LIVETIME oraz #REALTIME
	+ #ELEVANGLE

Jeżeli wartość podana jest w innych jednostkach niż przewiduje dana wersja formatu emsa, powinno to być zaznaczone prawidłowo w pliku. Standard ISO nie definiuje też odległości ogniskowania, która zwykle jest na powierzchni preparatu (czyli aktualna odległość robocza). Zapis tych metadanych pod dowolnym tagiem zaczynającym się “##” powinien się znajdować się w pliku (e)msa, wraz z pozycją stolika, wielkością powiększenia lub szerokością zdjęć oraz pozycją odchyłu wiązki X i Y.* W dowolnym formacie tekstowym, jeżeli zawiera wszystkie istotne dane do dalszej analizy:napięcie, natężenie, czasy (*live* oraz *real*), zliczenia, optymalną odległość roboczą od detektora, odległość roboczą na podstawie ogniskowania, pochył detektora, współrzędne stolika, tryb wiązki (skan, statyczna), odchył wiązki albo punkty definiujące obszar akwizycji na zdjęciu, powiększenia obrazowania albo szerokość.
* Eksportowanie jest niepotrzebne, jeżeli surowe pliki zapisane przez oprogramowanie SEM są w pełni odczytywalne przez jeden z pakietów oprogramowania otwartego: HyperSpy, NIST DTSA-II, NIST NeXL Spectrum.jl; gdzie wszystkie istotne metadane (podane w punktach powyżej) są dostępne.
* Wystarczający dostęp dokumentacji oraz niezbędne funkcje widm EDS (niezbędne dla dostępu do wszystkich metadanych wymienionych powyżej) dostępne w API (*application programming interface*), umożliwiające stworzenie własnego eksportera widm przez dołączony API (patrz punkt 10d.)
* W przypadku braku spełnienia którejkolwiek z czterech zdefiniowanych powyżej opcji, wymagany jest dostęp do dokumentacji formatu plików surowych bez podpisania NDA (*Non-disclosure agreemen*t), pozwalający na zaimplementowanie brakujących części parsowania plików surowych w pakietach otwartego oprogramowania, takich jak HyperSpy (czy nadchodzącej biblioteki “RosetaSciIO”) i/albo NIST Spectrum.jl.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 10d. | Dostęp do kontroli mikroskopu i obróbki danych poza graficznym interfejsem użytkownika. Interfejs programistyczny aplikacji (API – *application programming interface*) – **UWAGA, ten parametr jest kryterium oceny ofert!** | Jedna z poniższych opcji, pozwalających programistycznie kontrolować mikroskop oraz procesować rejestrowane sygnały:* Środowisko do pisania i uruchamiania własnych skryptów programowych, napisanych w języku Python (zgodność z Python co najmniej w wersji 3.6).
* Biblioteka jako plik dll (typu C, 64 bitowe) do sterowania mikroskopem z pełną dokumentacją, o dostępnych publicznych funkcjach i wymaganych argumentach (np. do samodzielnego dostępu do funkcji z poziomu Python’a z pomocą `ctypes`, czy `cython` albo innych technik udostępniania kontroli do skryptów pisanych w języku python).
* Pliki .h do C/C++ do kompilowania własnych funkcji i łączenia z własnym oprogramowaniem.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 10e. | Oprogramowanie do automatycznego mozaikowania dowolnych obszarów – **UWAGA, ten parametr jest kryterium oceny ofert!** | * Gwarantujące zautomatyzowane pozyskiwanie dużych obrazów elektronowych w dowolnym powiększeniu na drodze kafelkowania i łączenia (mozaikowanie).
* Mozaiki muszą po złączeniu zostać automatycznie skorelowane ze współrzędnymi stolika i pozwalać nawigować po próbce za pomocą wskazania miejsca na zdjęciu mozaikowym (łączonym).
* Mozaikowanie musi uwzględniać ewentualne małe nierówności i wypukłości próbki, tzn. być w stanie sprawnie i automatycznie adaptować ogniskowanie na powierzchni skanowanego preparatu.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 11. | Komputery i monitory do kontroli mikroskopu EM oraz współdziałania w trybie SEM+Raman | Minimum dwa komputery typu stacji roboczej, posiadające parametry nie gorsze niż:* procesor – minimum 6 rdzeni o taktowaniu minimum 2,7 GHz (Turbo do minimum 4GHz)
* pamięć RAM: minimum 32 GB
* dyski twarde: minimum 512 GB, typ SSD
* wejście USB 3.0: minimum 3 porty
* 36 miesięcy gwarancji z naprawą w miejscu u klienta oraz wsparcia technicznego

Powyżej opisane komputery muszą też być wyposażone w niezbędne karty graficzne i pamięć operacyjną z zapasem (niezbędną dla płynnego skryptowania kontroli przez API), płytę główną oraz procesor przeznaczone do pracy 24h/7d, z systemem operacyjnym, na którym działa oprogramowanie sterujące SEM. System operacyjny głównego komputera powinien działać z podstawową (darmową) wersją oprogramowania NoMachine, która pozwala na sterowania zdalne z poziomu tej samej podsieci LAN. Komputer pełniący drugorzędne funkcje musi posiadać dwa wejścia RJ45 obsługujące 1000/100/10 Mbit oraz dodatkowo minimum 4 TB pamięci typu HDD.Trzy monitory z uchwytami do montażu: 2 umieszczone obok siebie i jeden nad nimi. Każdy z monitorów powinien posiadać parametry nie gorsze niż:* przekątna obrazu: minimum 24” (identyczna dla wszystkich trzech monitorów)
* rozdzielczość: minimum 1920 x 1200
* kontrast minimalny: 1000:1 (25000:1 – kontrast dynamiczny)
* kąty widzenia 178 poziomo / 178 pionowo

W preferencji jest klawiatura mechaniczna (co najmniej 50 g do przycisku, taktyczna (z wyczuwalnym garbem) – wyciszona, przewodowa, standardowa z sekcją numeryczną, bez zbędnych przycisków skrótowych, takich jak hibernacja czy zamykanie systemu. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 12. | Chłodziarka  | Jeżeli uruchomienie i praca mikroskopu SEM wymaga chłodzenia wodą lub inną cieczą, chłodziarka musi być dołączona do całego zestawu. Jeżeli chłodziarka jest głośna i musi stać w oddzielnym pomieszczeniu niż mikroskop oraz produkuje więcej ciepła niż takie pomieszczenia techniczne jest w stanie pasywnie odprowadzić – musi być doposażona klimatyzacją. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 13a. | Układ zasilania i pełna integracja z protokołem bezpieczeństwa katody Schottky'ego | Wymagany jest układ filtracji zasilania z krótkim podtrzymaniem napięcia zasilającego (UPS) w przypadku krótkich przerw w dostępie do zasilania sieciowego (do 15 minut). UPS musi być w pełni skomunikowany z kontrolerem emitera Schottky'ego, tak żeby mógł stabilnie i bezpiecznie wygasić katodę Schottky'ego zanim wyczerpie się zasilanie za pomocą UPS.  | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 13b. | Uziemienia referencyjne | Jeżeli dany model mikroskopu SEM wymaga oddzielnego uziemienia referencyjnego, to odpowiedni kabel uziemienia musi być dostarczony i oba końce kabla muszą zostać podłączone do właściwych portów, wraz z pokryciem wszystkich kosztów związanych z pracą takiego połączenia. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 14. | Biurko/stół do stanowiska pracy SEM (+Raman) | Biurko/stół do stacji roboczych, integrujące się wizualnie i funkcjonalnie z obudową mikroskopu SEM, z miejscami przeznaczonymi do zamontowania dwóch stacji roboczych oraz 4 monitorów (2x2), umożliwiające optymalne ułożenie okablowania mikroskopu SEM. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 15. | Gwarancja dotycząca mikroskopu SEM z detekcją EDS – **UWAGA, ten parametr jest kryterium oceny ofert!** | * Na minimum 36 miesięcy od daty podpisania protokołu odbioru
* Obejmuje jeden darmowy przegląd systemu SEM i EDS rocznie
* Obejmuje części nabyte w momencie pierwotnej instalacji systemu (w tym źródło elektronów, bez innych części zużywalnych oraz materiałów eksploatacyjnych)
* Za kryterium konieczności bezpłatnej wymiany katody podczas trwania okresu gwarancji na katodę Schottky’ego przyjmuje się:
	1. kompletny zanik emisji
	2. kiedy stabilność emisji wykracza poza ±1%/24h (odnosząc się do uśrednionej wartości uzyskanej przez pasywny monitoring podczas tych 24h) z wyłączeniem okresów 3-dniowych po automatycznym justowaniu parametrów katody oraz 7-dniowych po ponownym włączeniu katody.
	3. jeżeli podczas okresu gwarancyjnego katody Schottky’ego udokumentowano 3 lub więcej pierścieniowych zawaleń katody albo przy systematycznym pojawieniu się  i zwiększających się obecności struktur typu fal piłozębnych (ang. “*sawtooth*”; kierunek – rosnące z czasem) w odczytach emisji (w pasywnym monitoringu), wskazujących na przegrzewanie i wyczerpanie tlenu z rezerwuaru ZrOx, albo falowania (sinusoidalne, z ostrym brzegiem w dół) stwierdzonego na podstawie pomiarów natężenia wiązki elektronowej kubkiem Faraday’a (aktywnym monitoringiem).
* Czas reakcji serwisu (telefon lub e-mail) do 48h (w dni robocze), czas wykonania naprawy gwarancyjnej do 14 dni roboczych od dnia zgłoszenia awarii lub do 60 dni w przypadku konieczności sprowadzenia podzespołów.
* Okres naprawy (przestój aparatury od momentu zgłoszenia usterki) wliczany jest do przedłużonego okresu gwarancyjnego.
* Bezpłatny upgrade oprogramowania w okresie gwarancji oraz dostęp do aktualizacji po jej ustaniu w obrębie danej wersji programu.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 16. | Szkolenie w siedzibie Zamawiającego, dotyczące mikroskopu SEM z detekcją EDS | Dwuetapowe szkolenie: * instruktażowe z obsługi spektrometru i oprogramowania – co najmniej 2 dni, bezpośrednio po instalacji systemu
* aplikacyjne (w terminie do 12 miesięcy po instalacji) – co najmniej 2-dniowe, uwzględniające demonstracje aplikacyjne
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 17. | Instrukcja obsługi dotycząca mikroskopu SEM i detekcji EDS oraz stowarzyszonego oprogramowania  | Drukowana lub elektroniczna w języku polskim lub angielskim, przekazana wraz z dostawą systemu | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| C. | Testy funkcjonalności w siedzibie Zamawiającego – konieczne do podpisania protokołu odbioru platformy SEM+Raman |
| 1 | Prezentacja działania całkowicie skonfigurowanych i zintegrowanych systemów Raman+SEM w siedzibie Zamawiającego – wymagana do podpisania protokołu odbioru | Demonstracja spektrometru Ramana oraz zestawu Raman+SEM musi objąć:* Test maksymalnych deklarowanych mocy dla laserowych źródeł wzbudzenia oraz ich kontrolowanego obniżania.
* Osiągnięcie deklarowanej możliwości pomiaru energii rzędu 50 cm-1 względem pasma Rayleigha oraz rozdzielczości spektralnej rzędu 0,5 cm-1 (dla lasera 532 nm) w przypadku pomiaru pojedynczego widma Ramana.
* Wykazanie deklarowanych szybkości zbierania widm dla pomiaru punktowego i skanu liniowego.
* Poprawność działania podążania za topografią próbki podczas skanowania powierzchni w trybie mapowania ramanowskiego.
* Wykazanie poprawności działania modułu oprogramowania do badania i analizy statystycznej cząstek dla adekwatnej do tego celu próbki wytypowanej wspólnie przez Zamawiającego i Wykonawcę.
* Zmotoryzowane i zautomatyzowane zbliżanie sondy ramanowskiej do próbki w próżni w komorze mikroskopu SEM wraz z pozycjonowaniem na próbce i uzyskaniem obrazu optycznego.
* Demonstrację deklarowanej dokładności pozycjonowania w komorze SEM (XYZ) oraz kalibracji pozycjonowania próbki do jednoczesnego pomiaru współosiowego SEM+Raman.
* Jednoczesne obrazowanie SEM (SE i BSE) lub EDS oraz mapowanie Ramana tego samego obszaru próbki w komorze mikroskopu SEM; w tym osiągnięcie dla obu laserów minimum wymaganej deklarowanej rozdzielczości przestrzennej (XY) i osiowej (Z) dla próbek wytypowanych wspólnie przez Zamawiającego i Wykonawcę (posiadających obszary o różnym składzie wykrywanym ramanowsko, wielkości rzędu deklarowanej rozdzielczości przestrzennej lub mniejsze) oraz zademonstrowanie dostępności zakresu skanowania XYZ o wymiarze do 500 μm x 500 μm x 500 μm.
* Płynne przejście z trybu jednoczesnego pomiaru współosiowego SEM+Raman (w komorze SEM) do trybu pomiarów tylko Raman i tylko SEM.
* Możliwość obrazowania ramanowskiego 2D poza komorą SEM, w tym osiągnięcie dla obu laserów minimum wymaganej deklarowanej rozdzielczości przestrzennej (XY) dla próbek wytypowanych wspólnie przez Zamawiającego i Wykonawcę (posiadającej obszary o różnym składzie wykrywanym ramanowsko, wielkości rzędu deklarowanej rozdzielczości przestrzennej lub mniejsze).
* Możliwość obrazowania ramanowskiego 3D poza komorą SEM, w tym osiągnięcie dla obu laserów minimum wymaganej deklarowanej rozdzielczości osiowej (Z) dla próbek wytypowanych wspólnie przez Zamawiającego i Wykonawcę (posiadającej obszary o różnym składzie wykrywanym ramanowsko, wielkości rzędu deklarowanej rozdzielczości przestrzennej lub mniejsze).
* Możliwość znalezienia korelacji obrazów SEM oraz Ramana (XYZ).
* Skuteczną próbę identyfikacji komponentów w mapie ramanowskiej dla próbki wieloskładnikowej w oparciu o przeszukiwanie udostępnionych bibliotek danych dla próbki wytypowanej wspólnie przez Zamawiającego i Wykonawcę.

Testy mikroskopu SEM muszą objąć:* Test niskiej próżni (do deklarowanej wartości maksymalnej ciśnienia).
* Test rozdzielczości na wzorcu nanocząsteczek złota zawieszonych na błonie węglowej (sekcja B, pkt. 3a)
* Test dokładności napięcia przyspieszającego przez pomiary limitów Duane-Hunt’a (10 kV, 15 kV, 20 kV) za pomocą dobrze skalibrowanego detektora EDS.
* Test stabilności emisji działa Schottky'ego przez 8h (co najmniej tydzień po dowolnym włączeniu katody) przez wykonanie pomiaru co 30 s (np. robienia zdjęcia na próbce metalicznej i późniejsze pobranie zapisanych w metadanych wartości emisji do dalszej analizy). Wahania emisji w czasie tych 8h nie mogą przekroczyć początkowej wartości testu o więcej niż 0,5%. Alternatywnie może być prowadzony pomiar stabilności natężenia wiązki na kubku Faraday’a z wcześniejszym (co najmniej godzinę wcześniej) ustalaniem napięcia przyspieszającego na 20 kV oraz na maksymalnie dostępnym natężeniu.
* Test zapisu danych (obrazów i EDS) i sprawdzenia zgodności z wymaganiami interoperatybilności (dostępność metadanych).
* Test odcięcia prądu do UPS w celu przetestowania funkcji zabezpieczających działa Schottky’ego oraz inne podzespoły SEM
* Test przypadkowego powrotu stolika – wielokrotny do maksymalnego odchylenia 3 µm.
* Test pomiaru prądu wiązki.
* Test zdalnego sterowania mikroskopem SEM za pomocą komputera podłączonego do tej samej podsieci.
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| D. | Wymagania ogólne dla całego zestawu |
| 1. | Dostawa, instalacja i posadowienie mikroskopów (konfokalnego i SEM) oraz spektrometru Ramana i niezbędnych elementów zestawu, wraz z integracją komponentów SEM i spektrometru Ramana | wymagane  | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 2. | Cały zestaw SEM+Raman powinien być dostosowany do zasilania prądem 230 V/50 Hz i posiadać deklarację zgodności CE | wymagane  | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| E. | Urządzenie peryferyjne - zdzierarka automatyczna do przygotowania preparatów mikroskopowych (tzw. szlifów) |
| 1. | Maszyna szlifierska do automatycznego przygotowania preparatów mikroskopowych (z materiału skalnego) z dokładnym wykończeniem powierzchni | Zapewniająca:* Pełną automatyzację.
* Szybkie i precyzyjne zdzieranie materiału skalnego naklejonego na szkiełko podstawowe (wym. 28 x 48 mm).
* Redukcję grubości preparatu z ok. 500 do ok.100 μm przy użyciu ściernicy diamentowej (Φ=200 i gradacja 30 μm).
* Możliwość jednoczesnej obróbki minimum 20 próbek materiałów w formie ciała stałego (szkiełka podstawowe o wymiarze 28 x 48 mm).
 | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 2. | Instalacja zdzierarki w siedzibie Zamawiającego | Dostarczenie, rozpakowanie i posadowienie urządzenia na wskazanym docelowym miejscu oraz podłączenie i rozruch. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 3. | Szkolenie w siedzibie Zamawiającego, dotyczące maszyny szlifierskiej | Szkolenie instruktażowe dotyczące obsługi – bezpośrednio po instalacji urządzenia, obejmujące przekazanie wiedzy niezbędnej do obsługi urządzenia, nieuwzględniające szkolenia z zakresu preparatyki | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 4.  | Gwarancja dotycząca maszyny szlifierskiej | Na minimum 36 miesięcy od daty podpisania protokołu odbioru (nieobejmującą części zużywających się naturalnie).  | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |
| 5.  | Instrukcja obsługi dotycząca maszyny szlifierskiej | Drukowana lub elektroniczna w języku polskim lub angielskim, przekazana wraz z dostawą urządzenia. | *……………….**Spełnia/Nie spełnia* |

…………………………………………………………….…

 ***(podpis osoby/ osób uprawnionych do wystąpienia w imieniu wykonawcy)\****

***\*<dokument należy sporządzić w postaci elektronicznej i podpisać kwalifikowanym podpisem elektronicznym osoby/osób uprawnionej/-ych do reprezentacji Wykonawcy>***