



Nr sprawy KP-272-PNU-01/2024

Załącznik nr 1b do SWZ – Opis przedmiotu zamówienia

## OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA dla części 2

### Zakup spektrometru mas z jonizacją przez przeniesienie protonu i detektorem czasu przelotu (PTR-TOF).

#### I. Przedmiot zamówienia

Przedmiotem zamówienia jest **zakup spektrometru mas z jonizacją przez przeniesienie protonu i detektorem czasu przelotu.**

#### II. Wymagania ogólne

- Urządzenie musi być dostarczane wraz z: instrukcją obsługi sprzętu, instrukcją wykrywania jonów, a także ogólną instrukcją obsługi.
- Gwarancja na wszystkie elementy urządzenia będącego przedmiotem postępowania, co najmniej 12 miesięcy od dnia podpisania protokołu zdawczo - odbiorczego. Serwis gwarancyjny musi być świadczony przez autoryzowany serwis producenta. Czas reakcji serwisu na zgłoszenie rozumiany, jako dojazd serwisanta do siedziby zamawiającego licząc dni robocze to maksymalnie 10 dni. Zapewnienie urządzenia zastępczego o co najmniej równoważnych parametrach technicznych w przypadku naprawy dłuższej niż 30 dni roboczych.
- Oprogramowanie do jednostki sterującej musi posiadać licencję komercyjną, bezterminową, jak również przez cały okres użytkowania urządzenia bezpłatny dostęp do jego aktualizacji. Dodatkowo Zamawiający wymaga dostępu do nielimitowanej liczby oprogramowania na komputerach pracowniczych, umożliwiającego analizowanie zgromadzonych danych pomiarowych. Darmowe wsparcie techniczne w okresie gwarancji realizowane w języku polskim przez dedykowanego konsultanta w dni robocze w godzinach 08.00 do 15.00 (mailowo lub telefonicznie).
- Czas realizacji zamówienia do 30 tygodni od podpisania umowy.
- Koszty transportu i instalacji urządzenia ponosi dostawca.
- Spektrometr masowy PTR-TOF dostarczony będzie przez dostawcę na adres: Laboratorium Budownictwa Wydziału Budownictwa i Architektury Politechniki Lubelskiej, ul. Nadbystrzycka 40, 20-618 Lublin
- Dostawca dokona uruchomienia spektrometru w siedzibie użytkownika, podczas którego zostanie sprawdzona prawidłowość działania urządzenia.

#### III. Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia.

##### 1. Spektrometr masowy z jonizacją przez przeniesienie protonu i detektorem czasu przelotu o poniższych parametrach techniczno-użytkowych:

- Spektrometr masowy PTR-TOF musi być wyposażony w analizator czasu przelotu (Time of Flight - TOF)
- Rozdzielczość Spektrometr masowy PTR-TOF musi wynosić minimum 3000 FWHM
- Urządzenie musi być wyposażone w system optyki ekstrakcji jonów: ekstraktor, soczewka kolimacyjna oraz zespół deflektora. System soczewek musi być zaprojektowany tak, aby skupiał jony pod dużym kątem bryłowym, bez zajmowania dużej objętości wewnątrz komory analitycznej. Zestaw musi być zainstalowany pomiędzy komorą analityczną a komorą przelotową za pomocą płaskich kołnierzy i zawierać wszystkie niezbędne elementy łączące układy.
- W skład urządzenia musi wchodzić reflektor składający się z stosu wyciętych laserowo elektrod utrzymywanych na miejscu za pomocą precyzyjnie obrobionych ceramicznych przekładek. Rezystory

próżniowe muszą zapewniać precyzyjny łańcuch oporowy. Zespół musi być zamontowany na standardowym uszczelnionym kołnierzu Conflat, który ma przepusty wysokiego napięcia. Płytkę wejściową jonów musi być uziemiona i pokryta siatką ze stali nierdzewnej o przepuszczalności 90%. Druga siatka w reflektorze musi być podłączona do jednego z przepustów. Komora przelotu musi być wykonana ze stali nierdzewnej z płaskimi portami dla: zbiornika próżniowego reflektora, zespołu detektora i zespołu soczewki ekstrakcyjnej.

- Urządzenie musi być wyposażone w zespół detektora składającego się z podwójnego mikrokanałowego detektora powielającego elektrony w próżni oraz zewnętrznego, szybkiego przedwzmacniacza. Detektor musi być zamontowany na płaskim kołnierzu bezpośrednio w komorze przelotowej spektrometru. Przedwzmacniacz musi zawierać elementy polaryzujące i odsprężające wysokiego napięcia, umożliwiające pracę detektora zarówno w trybie jonów dodatnich, jak i ujemnych.
- Przyrząd musi być wyposażony w działo jonowe Cs<sup>+</sup> o napięciu 5keV. Działo musi działać w sposób impulsowy, aby zminimalizować uszkodzenia powierzchni. Działo musi włączać się impulsowo maksymalnie 100 ns na każdy cykl TOF trwający maksimum 100 μs.
- Urządzenie musi wykonywać eksperyment w czasie 1 minuty zapewniając niską dawkę jonów od  $3 \times 10^{11}$  do  $1 \times 10^{12}$  jonów/cm<sup>2</sup> (w zależności od prądu skupienia i wiązki). Urządzenie powinno zapewniać wysoką szybkość transmisji danych dla jonów minimum 5000 c/s, nawet w przypadku polimerów o stosunkowo niskiej wydajności jonowej.
- Urządzenie musi umożliwiać późniejsze doposażenie o działo jonów ciekłego metalu (LMIG) o napięciu minimum 25kV  
Urządzenie musi być wyposażone w neutralizator ładunku w postaci niskoenergetycznego działka elektronów (30-40eV) podającego impulsowo wiązkę elektronów o niskiej energii na obszar analityczny. Działo elektronowe musi być zamontowane w bocznym porcie komory analitycznej i podobnie jak kolumna jonów pierwotnych mechanicznie dopasowywane do próbki. Wiązka elektronów emitowana przez działło nie może być wiązką skupioną, ale szeroką wiązką
- cyklu TOF, możliwość przeplatania się jej z pierwotnym działem jonowym i wtórnymi impulsami ekstrakcyjnymi.
- Podczas każdego cyklu TOF w urządzeniu działła jonowe i elektronowe podobnie jak pole ekstrakcji jonów musi działać w sposób impulsowy. System ekstrakcji musi być wyposażony w szybki przełącznik wysokiego napięcia zdolnego do przełączania z prędkością minimalną >2kV w ciągu kilkudziesięciu nanosekund.
- Urządzenie musi być wyposażone w system wprowadzania próbki do komory próżniowej wyposażony w uchwyty na próbki montowane na końcu magnetycznie sprężonego pręta wprowadzającego próbkę. System musi umożliwiać ładowanie próbek poza systemem. System musi być wyposażony w stolik ruchomy umożliwiający manipulowanie próbką w zakresie ± 10 mm w osi X i Y oraz 2 mm w osi Z
- System musi umożliwiać ładowanie próbek o wysokości z zakresu 1-5 mm.
- System załadunku próbki musi umożliwiać wstępne wytworzenie próżni w słuzie o małej objętości, a następnie wprowadzanie jej do komory analitycznej (przez ręczny zawór zasurowy) za pomocą prostego ruchu do przodu i obrotu o 90° magnetycznie sprężonego pręta wprowadzającego próbkę.
- Urządzenie musi być wyposażone w system obserwacji optycznej w skład którego wchodzi mikroskop zmiennoogniskowy, oświetlacz dichroiczny, kontroler, kamera i kolorowy monitor.
- Urządzenie musi być wyposażone w pompę turbo o wydajności minimum 85 l/s wspomaganą odpowiednią pompą rotacyjną podłączoną do systemu załadunku próbki. Główna komora analityczna musi być także wyposażona w oddzielną pompę turbo o wydajności minimum 85 l/s wspieranej przez własną dedykowaną pompę rotacyjną. Pompy muszą umożliwiać osiągnięcie próżni w układzie minimum  $\leq 5 \times 10^{-8}$  mbar
- Ciśnienie w komorze analitycznej musi być monitorowane za pomocą jonometru, który jest połączony ze sterownikiem pompy.
- Całe urządzenie musi być zamontowane na specjalnie zaprojektowanej ramie z wytłaczanego aluminium wyposażonej w koła ułatwiające transport.
- Urządzenie musi być dostarczone wraz z pełnym zestawem kabli umożliwiającym podłączenie wszystkich układów w instrumencie.
- Urządzenie musi umożliwiać zmianę polaryzacji z trybu dodatniego na tryb ujemny za pomocą jednego przełącznika znajdującego się na panelu przednim.
- Urządzenie musi zawierać kontroler wysokiego napięcia TOF-MS do detektora, analizatora reflektorów oraz soczewki ekstrakcyjnej i deflektora jonów. Sterownik musi posiadać łatwe w obsłudze elementy

sterujące na panelu przednim umożliwiające włączenie/wyłączenie pracy spektrometru i detektora przy wysokich napięciach, regulację wzbudzenia detektora.

- Urządzenie musi być wyposażone w zasilacz wysokiego napięcia TOF-MS o wysokiej wydajności do zasilania wyżej wymienionego kontrolera.
- Panel przedni urządzenia musi umożliwiać ręczne sterowanie: Mocą i wzmocnieniem detektora, odblokowaniem działu jonowego i elektronowego, wyborem polaryzacji. Na panelu przednim musi znajdować się przełącznik kołkowy włączania/wyłączania wraz z kontrolką stanu „HV ON”.
- Urządzenie musi być wyposażone w system akwizycji danych składający się z konwertera czas na wartość cyfrową (TDC), oprogramowania oraz komputera.
- Przetwornik TDC o częstotliwości minimum 4 GHz przeznaczony do rejestrowania szybkiego strumienia czasów zdarzeń musi wykonywać zadania z rozdzielczością czasową minimum 0,25 ns przy minimalnym czasie martwym, dużych szybkościach transmisji danych i możliwości powtarzania eksperymentu z bardzo dużą częstotliwością.
- Czasy impulsów muszą być rejestrowane, buforowane i przesyłane strumieniowo do komputera PC poprzez standardowy interfejs szeregowy USB 2.0.
- Windows do przetwarzania, kreślenia i przeglądania danych.
- Wszystkie zbierane parametry muszą być konfigurowane za pomocą standardowych okien dialogowych w stylu systemu Windows. Ponadto dane czasowe muszą być automatycznie konwertowane na dane masowe za pomocą programu konwersji.
- Urządzenie musi być dostarczone wraz z Biblioteką obejmującą minimum 1000 materiałów i 1900 widm.
- Kluczowe funkcje systemu akwizycji danych:
  - Rozdzielczość taktowania 0,25 ns
  - Maksymalna częstotliwość impulsów 2 GHz
  - Bardzo wysoki, utrzymujący się współczynnik zliczania
  - Wewnętrzne lub zewnętrzne wyzwalacze „startu”.
  - Szybka kontrola wielu eksperymentów zaimplementowana sprzętowo
  - Niezależna obudowa zasilacza z łatwym połączeniem z komputerem PC poprzez standardowy interfejs USB 2.0.
  - Wydajne sterowniki sterowane przerwaniem pozwalają komputerowi kontynuować pracę (np. jednoczesne przetwarzanie strumienia danych)
  - Konfigurowalne programowo poziomy wejściowe i polaryzacja zboczy wejściowych
  - Bogaty wachlarz funkcji sterowników i narzędzi przeznaczonych dla TOF-MS

## 2. Komputer:

- Procesor: Wydajność obliczeniowa: Procesor powinien osiągać w teście wydajności PassMark PerformanceTest co najmniej wynik 26 750 punktów Passmark CPU Mark na dzień 07.09.2023r
  - Pamięć operacyjna: Minimum 16GB, z możliwością rozbudowy do min 32GB
  - Parametry pamięci masowej: Pojemność minimum 512 GB, typu PCIe NVMe SSD
  - Grafika: Zintegrowana w procesorze, ze wsparciem dla DirectX 12, OpenCL 2.0, Open GL 4.5 oraz dla rozdzielczości 4096x2160@60Hz
  - Wyposażenie multimedialne:
    - karta dźwiękowa zintegrowana z płytą główną;
    - wbudowane minimum 2 mikrofony
    - wbudowane głośniki stereo
  - Obudowa: Obudowa typu All in One – zintegrowany komputer w obudowie wraz z monitorem min. 27” , o parametrach co najmniej:
    - rozdzielczość min 1920x1080 Full HD
    - matryca antyodbłaskowa
    - typowa jasność min 250 cd/m<sup>2</sup> (standardowa)
    - kąty widzenia pion/poziom: min 178/178 stopni (standardowe)
    - Waga bez standu (statywu) max 11 kg
- Możliwość zainstalowania komputera na ścianie przy wykorzystaniu ściennego systemu montażowego VESA 100,
- Zasilacz wewnętrzny z certyfikacją min 210W i max 280W i sprawności min 90% przy 100% obciążeniu zasilacza (80Plus Platinum)
- Złącza i wyposażenie Wbudowane porty i złącza:

- porty wideo: min. 1szt. HDMI
- min. 3 x USB A ( w tym co najmniej 1xUSB A 3.2 gen 2 na bocznej ścianie monitora)
- min 1 x USB C;
- porty audio: uniwersalne złącze audio jack (combo),

Wymagana ilość i rozmieszczenie (na zewnątrz obudowy komputera) portów USB i portów wideo nie może być osiągnięta w wynik

- Karta sieciowa 10/100/1000 Ethernet RJ 45 (zintegrowana) z obsługą PXE, WoL.
- Karta wifi obsługująca standardy co najmniej: 802.11 ac/ax
- Klawiatura bezprzewodowa w układzie polski programisty
- Mysz optyczna bezprzewodowa z min dwoma klawiszami oraz rolką (scroll)
- Bezpieczeństwo:
  - Komputer musi posiadać zintegrowany w płycie głównej aktywny układ zgodny ze standardem Trusted Platform Module (TPM v 2.0);
  - Obudowa musi umożliwiać zastosowanie zabezpieczenia fizycznego w postaci linki metalowej (złącze blokady Kensingtona lub równoważnej)
  - Konfiguracja sprzętowa komputera musi pozwolić administratorom między innymi na możliwość zarządzania i monitorowania komputera na poziomie sprzętowym, monitorowania konfiguracji sprzętowej procesora, dysków, pamięci RAM oraz pobieranie danych inwentaryzacyjnych przy wyłączonym lub nieobecnym systemie operacyjnym, a w szczególności dostęp do BIOS i dziennika zdarzeń, zdalne uruchamianie komputera.
- System operacyjny: Windows 11 Pro PL 64bit lub równoważny.

#### **IV. Szkolenie z zakresu obsługi urządzenia.**

- Wykonawca przeprowadzi szkolenie z zakresu obsługi urządzenia.
- Wymiar czasowy szkolenia - wynosi 1 dzień roboczy, 8 godzin dydaktycznych,
- Uczestnicy: minimum 4, a maksymalnie 6 osób.
- Szkolenie zostanie zrealizowane po dostarczeniu i zamontowaniu urządzenia.
- Szkolenia mogą być zrealizowane tylko w formie stacjonarnej.
- Szkolenie zostanie zrealizowane maksymalnie 30 dni po dostarczeniu i zamontowaniu urządzenia.
- Wykonawca potwierdzi odbyte szkolenie stosownym zaświadczeniem lub certyfikatem dla każdego uczestnika.