

Spektrometr FT-IR z nakładką do pomiarów ilościowych

Wymagania techniczne

- Źródło promieniowania: źródło ceramiczne z azotku krzemu na zakres co najmniej 9 600 – 20 cm⁻¹ nie wymagające chłodzenia wodą. Monolityczna konstrukcja zapewniająca brak migracji punktu aktywnego. Średni czas życia > 10 lat. Gwarancja na źródło: 10 lat.
- Możliwość rozbudowy o automatyczny 4-pozycyjny układ przełączający:
 - dwa źródła wbudowane
 - port emisyjny dla źródła zewnętrznego z przejściem przez układ regulacji średnicy wiązki ("J-stop")
 - detektor InGaAs do modułu Ramana
- Dzielnik wiązki (beamsplitter): Ge/KBr na zakres spektralny nie mniejszy niż 7 800 - 350 cm⁻¹. Możliwość rozbudowy o dodatkowe beamsplittery gwarantujące pokrycie zakresu spektralnego co najmniej 27 000 - 20 cm⁻¹. Automatyczne rozpoznawanie rodzaju beamsplittera przez system. Miejsce na przechowanie 2 zapasowych beamsplitterów wewnątrz aparatu w głównym przedziale optyki – osuszonym i przedmuchiwany.
- Możliwość rozbudowy na miejscu u użytkownika o automatyczny zmieniacz 3 beamsplitterów kompatybilny z dzielnikami używanymi bez zmieniacza.
- Detektor: DLaTGS z okienkiem KBr na zakres co najmniej 12 000 - 350 cm⁻¹
- Możliwość rozbudowy o trójpozycyjny automatyczny układ zmiany detektorów
- System obsługujący maksymalnie co najmniej 5 wbudowanych, automatycznie przełączanych detektorów
- Zdolność rozdzielcza lepsza niż 0.09 cm⁻¹ (pomiar szerokości połówkowej pasma CO)
- Interferometr Michelsona 90°, nie wymagający zasilania sprężonym powietrzem, odporny na wibracje i wpływ zmian temperaturowych, justowany dynamicznie w trakcie skanowania z częstotliwością odpowiadającą częstotliwości przejść przez zero sygnału lasera nawet przy maksymalnej szybkości skanowania; mechanizm dynamicznego justowania wykorzystujący wiązkę lasera He-Ne, padającą na trójpozycyjny detektor laserowy, do monitorowania i utrzymywania idealnego względnego położenia kąтового zwierciadeł interferometru;
- System automatycznego rozpoznawania z poziomu oprogramowania akcesoriów (co najmniej: ATR – Golden Gate, Miracle, SplitPea, DRIFTS, Specular Reflectance, PAS) oraz elementów systemu takich jak detektory i beamsplittery.
- Możliwość rozbudowy na dalsze zakresy spektralne (zakres maksymalny nie gorszy niż 27 000 - 15 cm⁻¹) i do pracy z technikami łączonymi: GC/IR, TG/IR, FT-Raman, mikroskopia IR, przystawkę DRIFT z komorą zapewniającą kontrolę temperatury próbki oraz atmosfery gazowej
- Skanowanie liniowe z szybkością regulowaną w zakresie co najmniej 0.16 - 6.2 cm/s
- Możliwość rozbudowy do skanowania krokowego ("step-scan")
- Apertura regulująca moc wiązki, o powtarzalnej regulacji średnicy w zakresie 0-100% co 1%
- Elementy układu optycznego montowane stabilnie na ławie optycznej za pomocą kołków pozycjonujących
- Monolityczne zwierciadła w układzie optycznym pokrywane złotem
- Możliwość rozbudowy o układ wejścia-wyjścia promieniowania w prawo lub w lewo
- Poziom szumów (amplituda międzyszczytowa) nie przekraczający 7.9×10^{-6} Abs (sygnał/szum $\geq 55\,000 : 1$) dla detektora DLaTGS, rozdzielczości 4 cm⁻¹ przy pomiarze 1 min
- Maksymalna szybkość zbierania danych nie gorsza niż 65 skanów/s dla rozdzielczości 16 cm⁻¹ (odstęp danych 8 cm⁻¹) z opcją rozbudowy do co najmniej 90 skanów/s
- Układ optyczny szczelny i osuszany z oddzielającymi przedział próbek okienkami KBr z powłoką niehigroskopijną
- Możliwość rozbudowy o zastępujące okienka KBr automatycznie otwierane/zamykane przesłony między przedziałem próbek a wnętrzem spektrometru
- Przyciski do szybkiego uruchomienia pomiaru w poszczególnych modułach pomiarowych
- Wbudowana na stałe w aparat automatyczna przystawka do testowania spektrometru z kołem z wzorcami, sterowana z poziomu oprogramowania, zawierająca co najmniej następujące wzorce:
 - folia polistyrenowa o grubości ok. 38µm (1.5mil)
 - filtr szklany typu NG11
- Możliwość rozbudowy o polaryzator z automatyzacją regulacji kąta obrotu i wprowadzenia/usunięcia polaryzatora z wiązki

- Wbudowana przystawka ATR z kryształem diamentowym litym, nie zajmującą przedziału pomiarowego z funkcją automatycznego przełączania wiązki między przedziałem próbek i przystawką
- Komunikacja aparatu z jednostką sterującą przez szybki port USB 2.0
- Zasilacz spektrometru umieszczony na zewnątrz aparatu eliminujący wprowadzanie wysokiego napięcia (prądu zmiennego 230V) do aparatu i zapewniający podwyższoną stabilność termiczną systemu
- Podłączenia do przedmuchu spektrometru i przedziału próbek osuszonym gazem - w tym regulator przepływu, wskaźnik stopnia osuszenia gazu, komplet przewodów i złączy
- Nakładka do pomiarów ilościowych obejmująca co najmniej:
 - Interfejs TGA-IR montowany w komorze przedziału próbek, składający się z grzanej kuwety gazowej o długości co na 10 cm, grzanej kapilary łączącej TGA z kuwetą oraz zintegrowanego kontrolera temperatury z możliwością kontroli temperatury do 300°C.
 - Analizator termogravimetryczny o następującej charakterystyce:
 - Zakres temperatur: od temp. otoczenia do 1000 °C
 - Waga w układzie pionowym działająca na zasadzie kompensacji masy
 - Czułość wyznaczanej zmiany masy: 0.1 µg
 - Rozdzielczość cyfrowa sygnału masy nie gorsza niż: ± 0,002 µg
 - Pojemność wagi próbki oraz zakres dynamiczny: 1000 mg
 - Precyzja ważenia ± 0,01 %
 - Dokładność temperatury ±1 °C
 - Precyzja pomiaru temperatury: ±0.1 °C
 - Zakres prędkości ogrzewania: 0.1 do 100 °C/min
 - Czas chłodzenia pieca z temperatury 1000 °C do 50 °C do 12 min
 - Automatyczne zawieszanie szalek na ramieniu wagi – bez niebezpieczeństwa uszkodzenia precyzyjnego mechanizmu wagi przez operatora
 - Automatyczne zamykanie pieca
 - Automatyczne wyznaczanie i zapisywanie masy początkowej próbki
 - Wbudowane masowe kontrolery przepływu gazów przedmuchujących z precyzyjną kontrolą przepływu gazów (precyzja 0.01ml/min). Możliwość automatycznego programowalnego z poziomu oprogramowania przełączania gazów (np. azot/tlen, azot/powietrze).
 - Dynamiczny dryft linii bazowej <25 µg (surowy bez odejmowania linii bazowej ani żadnych korekcyjnych danych surowych, naczynka platynowe (od 50 do 1000 °C))
 - Niezbędne podłączenia zapewniające sprzężenie ze spektrometrem FT-IR celem identyfikacji gazów – produktów rozkładu z wykorzystaniem dedykowanego pieca z wykładziną kwarcową, pozwalającego na zwiększenie czułości w detekcji wydzielanych gazów.
 - Możliwość współpracy ze spektrometrem MS
 - Poziomy przedmuch pieca gwarantujący szybkie usuwanie uwalnianych gazów i eliminujący powstawanie efektów kominowych
 - Wbudowany ekran ciekłokrystaliczny umożliwiający wyświetlanie podstawowych parametrów pomiarowych, umożliwiający odtworzenie i uruchomienie zaprogramowanych metod, ładowanie, tarowanie i monitorowanie przeprowadzonego eksperymentu.
 - Komplet 3 szt szalek platynowych o pojemności 100 µl, wzorce do kalibracji masy i temperatury (Ni)
 - Szeroki wybór opcjonalnych szalek pomiarowych: platynowe i ceramiczne o pojemnościach: 50 ul, 100 ul, 250 µl.
- Sterowanie przez zewnętrzny komputer PC pracujący w systemie Windows. Program obsługi spektrometru co najmniej w języku polskim i angielskim kompatybilny z Windows 10/11 64-bit. Automatyczny wybór wersji językowej przy logowaniu do Windows i przez wybór opcji regionalnych w panelu sterowania Windows. Musi zapewniać:
 - logowanie użytkowników z hasłami i różnymi poziomami dostępu,
 - funkcja automatycznego doboru wzmocnienia sygnału
 - funkcje wykonywania eksperymentów i analizy danych we wszystkich rodzajach eksperymentów
 - możliwość ustawiania zaawansowanych parametrów pomiarowych - funkcji apodyzacji (co najmniej Happ-Genzel, Beer-Norton, Blackman-Harris, Boxcar, Triangle, Cosine), korekcji fazy (Mertz, Power,

deHaseth), wypełniania zerami (0, 1x, 2x), cyfrowych filtrów górnoprzepustowych i dolnoprzepustowych

- podgląd widm zapisanych na dysku przed ich otwarciem (jak podgląd dokumentów w pakiecie Office)
- dostęp do surowych danych łącznie z interferogramem
- bezpośrednie otwieranie i zapisywanie danych spektralnych w najczęściej wykorzystywanych formatach widm IR, co najmniej: spc (m.in. GRAMS), spa (m.in. OMNIC), dx/jdx (JCAMP-DX), txt/csv (ASCII), gaml (GAML), abs/ras (WinFIRST)
- funkcje przetwarzania widm: korekcja linii bazowej – automatyczna i manualna, dekonwolucja, odejmowanie spektralne, wyznaczenie pochodnych, znajdowanie maksimumów, wygładzanie, transformacja Kramersa Kroniga, korekcja ATR, pomiar wysokości i położenia pasma, pomiar pola powierzchni pasm - bezwzględnej i względnej
- funkcja rozkładu pasm na składowe z algorytmem konwergencji typu Fletcher-Powell-McCormick, uwzględniająca co najmniej następujące typy pasm: Gaussian, Lorentzian, mieszany Gaussian/Lorentzian, Voigt
- przeszukiwanie bibliotek w celu identyfikacji widma nieznanego próbki oraz/lub porównania z widmem wzorca
- tworzenie własnych bibliotek użytkownika,
- biblioteki widm obejmujące co najmniej 10000 widm związków organicznych, węglowodorów, alkoholi, aldehydów, ketonów, estrów, związków fosforu, związków organometalicznych, barwników, polimerów i substancji nieorganicznych
- biblioteki widm w fazie gazowej obejmujące co najmniej 760 widm związków spotykanych w analizach TGA-IR
- oprogramowanie musi zapewniać pełną kompatybilność formatów widm i bibliotek z posiadanego spektrometru Nicolet iS5
- moduł oprogramowania do analiz chemometrycznych obejmujący algorytmy analizy ilościowej i klasyfikacyjnej – co najmniej następujące:
 - do analiz ilościowych (prawo Lamberta-Beera, klasyczna metoda najmniejszych kwadratów)
 - do analiz klasyfikacyjnych (min. przeszukiwanie biblioteki wzorców z analizą korelacji, także dla pochodnych widm; wektorowa analiza podobieństwa; analiza korelacyjna widm uśrednionych)
- moduł oprogramowania do rejestracji i analizy widm IR w czasie przy użyciu przystawki do pomiarów TG-IR, zapewniający kontrolę pomiarów kinetycznych z wyświetlaniem oraz śledzeniem do 5 profili (np. wysokości czy powierzchni pasm) w czasie rzeczywistym oraz z możliwością tworzenia trójwymiarowych wykresów widm w czasie
- moduł do tworzenia i wykonywania makroinstrukcji,
- moduł spektralnej interpretacji widm,
- automatyczna korekcja zawartości CO₂ i pary wodnej przez oprogramowanie bez konieczności zbierania widm referencyjnych
- wyświetlanie widm w czasie rzeczywistym (w trakcie pomiaru),
- automatyczne wykonywanie testów jakości widm z informowaniem użytkownika m.in. o niepożądanym kształcie pasm, obecności pasm całkowicie absorbujących, nachyleniu linii podstawowej, zbyt małej energii interferogramu,
- aktywna diagnostyka w trakcie pomiaru z ciągłym monitorowaniem stanu elementów systemu i wizualnym wskaźnikiem poprawnej pracy aparatu,
- wbudowany edytor do tworzenia raportów według własnych szablonów,
- archiwizowanie gotowych raportów w nieedytowalnych skoroszytach elektronicznych z funkcją przeszukiwania skoroszytów umożliwiającą szybkie dotarcie do każdego raportu
- moduł rozszerzonej analizy widm obejmujący algorytm jednoczesnej wieloskładnikowej identyfikacji widm, pozwalający na identyfikację składników próbki w trakcie pojedynczego przeszukiwania biblioteki, bez konieczności stosowania odejmowania widm poszczególnych składników
- Pakiet oprogramowania do sterowania analizatorem TGA i analizy danych umożliwiający min.:
 - kontrolę eksperymentów z możliwością wykorzystywania kreatorów metod, kreatorów kalibracji, prowadzących użytkownika krok po kroku przy tworzeniu metod pomiarowych
 - wyświetlanie sygnałów pomiarowych w czasie rzeczywistym
 - możliwość modyfikacji eksperymentu w czasie rzeczywistym (w trakcie jego trwania)
 - integrację pików przy wykorzystaniu różnych linii bazowych: poziomej, sigmoidalnej i ekstrapolowanej

- Analiza odporności na utlenianie, rozkład termiczny
 - Wyznaczanie ubytku masy w % lub jednostkach masy: μg , mg
 - Wyznaczanie masy końcowej próbki jako % masy początkowej
 - Szerokie możliwości prezentacji graficznej wykresów: nakładanie krzywych, powiększanie dowolnego fragmentu, itp.
 - Wyznaczanie pochodnych krzywej pierwszego i drugiego rzędu, prezentacje krzywych w funkcji wybranych jednostek (np. temperatury, czasu), prezentacje krzywych w skali logarytmicznej, itp.
 - Funkcja automatyzacji analizy poprzez tworzenie makroinstrukcji
 - Możliwość analizy danych z innych modułów pomiarowych: DSC, SDT, DMA, TMA
 - Funkcję eksportu danych w różnych formatach (min. ASCII - TXT/CSV, PDF, BMP, HPGL, Metafile, bezpośrednie kopiowanie Kopiaj/Wklej)
 - Generator raportów umożliwiający tworzenie szablonów raportów użytkownika z eksportem raportów do programów pakietu Office
 - Wymagane jest aby oprogramowanie do analizy danych mogło być zainstalowane na dowolnej liczbie komputerów, umożliwiając obróbkę danych niezależnie od wykonywanego eksperymentu, bez dodatkowych opłat licencyjnych
- Kompatybilny zestaw komputerowy o parametrach nie gorszych niż: Procesor wielordzeniowy min typu i5, 16GB RAM, HDD 256 SSD, monitor nie gorszy niż 24", mysz optyczna, klawiatura, Windows 11 Pro (PL)

Pozostałe wymagania:

1. Instalacja, uruchomienie urządzenia wraz przeszkoleniem użytkownika
2. Dostawa w ciągu 10 tygodni
3. Gwarancja na całość sprzętu minimum 12 miesięcy, ponadto interferometr, źródło – 10 lat, laser – 5 lat
4. Certyfikat CE, instrukcja obsługi w języku polskim wraz z dostawą urządzenia