

Accesorios de muestreo ATR para el espectrómetro FTIR Agilent Cary 635

Una forma sencilla y versátil de realizar mediciones por espectroscopía FTIR

Introducción

La reflectancia total atenuada (ATR) es el método de muestreo más utilizado para la espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Su popularidad se debe a su capacidad para medir de forma rápida y sencilla una amplia variedad de tipos de muestras, incluidos líquidos, sólidos, polvos, semisólidos y pastas. El **espectrómetro FTIR Agilent Cary 635** se basa en un concepto modular versátil que permite acoplar módulos de muestreo optimizados de forma precisa a la parte delantera del motor del sistema FTIR Cary 635. En función de la aplicación o muestra específica, se utilizan diferentes sensores ATR. La óptica, permanentemente alineada, permite cambiar una amplia gama de módulos en segundos, sin que el usuario tenga que alinearlos. El espectrómetro FTIR Cary 635 es compatible con una amplia selección de sensores ATR y ofrece la capacidad de cambiar un sensor ATR por otro instantáneamente.

Para la mayoría de las aplicaciones, el sistema FTIR Cary 635 dispone de módulos de muestreo ATR de reflexión única de seleniuro de zinc (ZnSe), diamante y germanio (Ge). Estos módulos se combinan con una prensa de muestreo y ofrecen unos resultados excelentes para el análisis tanto de materiales sólidos como de líquidos, pastas y geles. El sensor de diamante es muy resistente, lo que lo convierte en la opción idónea para los materiales más duros. El sensor de ZnSe es una buena elección para sólidos más blandos. El sensor de Ge, con una longitud de paso más corta, es la mejor opción para muestras muy absorbentes. Además, el módulo de muestreo ATR multirreflexión de ZnSe es una excelente opción para el análisis de líquidos, pastas y geles cuando se requiera una sensibilidad aún mayor.

Dado que estas tecnologías de muestreo están diseñadas de forma específica para el sistema FTIR Cary 635, el analista puede confiar en los resultados, independientemente del sensor ATR que haya elegido para su aplicación. Este diseño personalizado se traduce en un rendimiento, una sensibilidad y una facilidad de uso superiores en comparación con cualquier otro espectrómetro de su misma clase.

Este resumen técnico examina los sensores ATR disponibles para el espectrómetro FTIR Cary 635 (Figura 1). Describe qué sensor se debe seleccionar para un determinado tipo de muestra y resume las aplicaciones típicas de espectroscopía ATR-FTIR del sistema FTIR Cary 635.



Figura 1. Es espectrómetro FTIR Agilent Cary 635 se puede equipar con módulos de muestreo adecuados que den respuesta a todas sus necesidades analíticas. El módulo de muestreo ATR de diamante es ideal para el análisis de sólidos, líquidos, geles y polvos por espectroscopía FTIR.

Funcionamiento

En el muestreo ATR, la luz infrarroja (IR) atraviesa un cristal y se refleja internamente por completo al menos una vez en la interfase cristal-muestra; después, la luz reflejada llega hasta el detector FTIR. Durante la reflexión interna, una parte de la luz IR penetra en la muestra, que puede absorberla. La fracción de luz que entra en la muestra se denomina onda evanescente. La profundidad de penetración de la onda evanescente en la muestra se define mediante la diferencia entre los índices de refracción de la muestra y el cristal ATR. Para tomar en consideración los diferentes tipos de muestras y requisitos de longitud de paso, se utilizan varios materiales con diferentes índices de refracción como sensores ATR.

ATR de reflexión única

En las medidas de reflexión única, el haz de luz se refleja internamente dentro del cristal una vez (Figura 2).

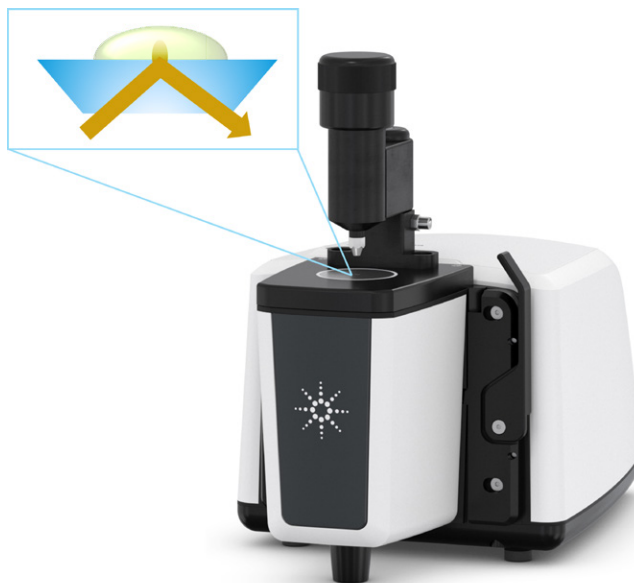


Figura 2. Accesorio ATR de reflexión única para el espectrómetro FTIR Agilent Cary 635.

ATR multirreflexión

En cambio, los sensores ATR multirreflexión tienen un cristal más largo que permite que el haz de luz se refleje completamente en la superficie de la muestra varias veces antes de la detección (Figura 3). De esta forma, la luz IR interactúa con la muestra en cada uno de los puntos de reflexión, consiguiendo una longitud de paso más larga y eficaz. Esto aumenta la sensibilidad de la medición, lo que resulta ideal para aplicaciones complejas que requieran un límite de detección más bajo y una recogida de datos más rápida.

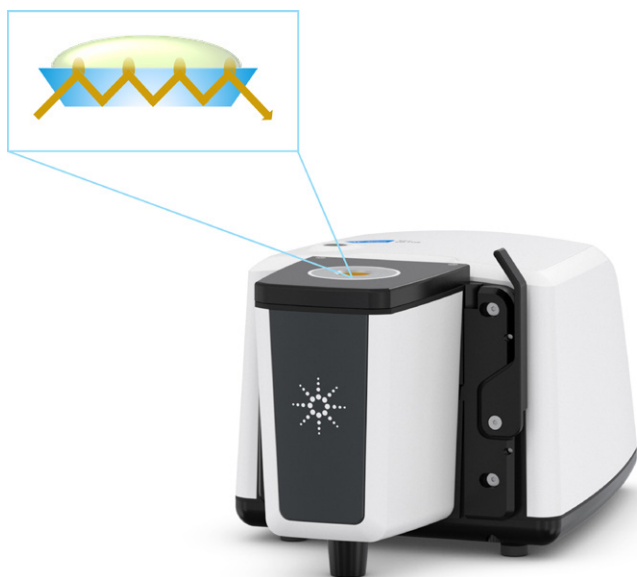


Figura 3. Accesorio ATR multirreflexión para el espectrómetro FTIR Agilent Cary 635.

Mediciones de muestras

Para analizar muestras líquidas o pastas con los módulos ATR, se coloca una pequeña gota de muestra en el cristal ATR. Una vez realizada y completada la medición, el cristal se puede limpiar con un paño utilizando un disolvente ligero, si fuese necesario.

Para analizar polvos, películas finas u otras muestras sólidas, la muestra se coloca en el cristal ATR y se presiona hacia abajo con la prensa giratoria para garantizar un contacto óptimo entre la muestra y el cristal. Después de la medición, la muestra se puede recuperar, lo que resulta idóneo para muestras caras o escasas. Si es necesario, el cristal se puede limpiar con un paño utilizando un disolvente ligero.

La prensa giratoria de los módulos ATR de reflexión única aplica una presión óptima para el material del sensor ATR correspondiente. La prensa giratoria se puede girar 360 grados para facilitar el acceso al cristal ATR para el muestreo o la limpieza. La prensa también se puede desmontar cuando no haga falta (p. ej., cuando solamente se analicen muestras líquidas). El módulo ATR multirreflexión se usa únicamente para muestras líquidas; por lo tanto, no necesita una prensa.

Sensores ATR para el sistema FTIR Cary 635

Tanto si su aplicación requiere un módulo de reflexión única de ZnSe, diamante o Ge, como si exige usar un módulo multirreflexión de ZnSe, el sistema FTIR Cary 635 ofrecerá un rendimiento excepcional. Al contrario que otros espectrómetros FTIR que utilizan accesorios de otros fabricantes, la tecnología de muestreo del sistema FTIR Cary 635 la han diseñado específicamente los ingenieros de Agilent y se adapta a la perfección a las características ópticas del espectrómetro. Su robusto diseño no requiere alineación y permite el intercambio instantáneo de estas tecnologías de muestreo ATR para que pueda adaptarlo rápidamente a cualquier tipo de muestra que deba analizar. Los diferentes módulos ATR del espectrómetro FTIR Cary 635 se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1. Módulos ATR del espectrómetro FTIR Agilent Cary 635.

Módulo ATR	Rango de longitud de onda	Longitud de paso efectiva	Tipos de muestras	Prensa giratoria
Módulo ATR de reflexión única de ZnSe	De 5.100 a 600 cm^{-1}	1,1 μm a 4.000 cm^{-1} 2,6 μm a 1.700 cm^{-1} 7,3 μm a 600 cm^{-1}	Muestras sin diluir o concentradas; sólidos blandos, pastas, geles y líquidos; ácidos o bases que no sean fuertes	Sí
Módulo ATR multirreflexión de ZnSe	De 5.100 a 600 cm^{-1}	5,5 μm a 4.000 cm^{-1} 13,0 μm a 1.700 cm^{-1} 36,5 μm a 600 cm^{-1}	Componentes con concentraciones más bajas; pastas, geles y líquidos; ácidos y bases que no sean fuertes	No
Módulo ATR de diamante (Di) de reflexión única	De 6.300 a 350 cm^{-1} ^a De 5.100 a 600 cm^{-1} ^b	1,1 μm a 4.000 cm^{-1} 2,6 μm a 1.700 cm^{-1} 7,3 μm a 600 cm^{-1}	Sólidos duros, partículas, polímeros, pastas y líquidos; cualquier intervalo de pH	Sí
Módulo ATR de reflexión única de Ge	De 5.100 a 600 cm^{-1}	0,15 μm a 4.000 cm^{-1} 0,36 μm a 1.700 cm^{-1} 1,02 μm a 600 cm^{-1}	Polímeros rellenos de negro de carbón	Sí

^a Con el motor del sistema FTIR Cary 635 con óptica de KBr.

^b Con el motor del sistema FTIR Cary 635 con óptica de ZnSe.

Módulos ATR de seleniuro de zinc (ZnSe)

El ZnSe es un material semiconductor que se usa desde hace muchos años en los sensores ATR. Es relativamente duro, ofrece un amplio rango de longitud de onda y es insoluble en agua. Por este motivo, es una elección excelente para sólidos maleables, pastas, geles y líquidos. Permite analizar disoluciones acuosas con valores de pH entre 5 y 9. El sistema FTIR Cary 635 dispone de dos variantes de la tecnología de muestreo con sensores de ZnSe: multirreflexión y de reflexión única.

Módulo ATR de reflexión única de ZnSe

Debido a la longitud de paso relativamente corta de la luz infrarroja que incide en la muestra, este sensor resulta idóneo para muestras sin diluir, es decir, muestras relativamente concentradas o puras. El módulo de reflexión única de ZnSe es una buena elección para la identificación de materiales blandos y líquidos viscosos. Se puede utilizar con el sistema FTIR Cary 635 para medir sólidos (por ejemplo, películas poliméricas). El módulo ATR de ZnSe se describe en la Figura 4.



Figura 4. Módulo ATR de seleniuro de zinc para el espectrómetro FTIR Agilent Cary 635.

Módulo ATR multirreflexión de ZnSe

El excepcional rendimiento del sistema FTIR Cary 635, en combinación con la mayor longitud de paso del sensor ATR multirreflexión, consigue que el espectrómetro ofrezca una sensibilidad insuperable. Permite medir concentraciones más bajas de componentes en pastas, geles y líquidos. También posibilita analizar solutos en disoluciones acuosas diluidas o concentradas con valores de pH entre 5 y 9. Dado que el sensor multirreflexión presenta un ligero rebaje en el soporte de acero inoxidable, resulta ideal para analizar muestras líquidas no viscosas. Este sensor es una opción excelente cuando haya que realizar mediciones cualitativas o cuantitativas. No se recomienda usarlo para materiales sólidos, ya que no se utiliza la pinza de presión. El módulo ATR multirreflexión de ZnSe se describe en la Figura 5.



Figura 5. Accesorio ATR multirreflexión de seleniuro de zinc para el espectrómetro FTIR Agilent Cary 635.

Módulo ATR de reflexión única de diamante (Di)

El uso del diamante como material para sensores ATR ha revolucionado el muestreo en el campo de la espectroscopía FTIR. Este sensor permite analizar directamente muestras más duras, como minerales y ciertos polímeros, ya que es resistente a las rayaduras. El módulo ATR de diamante también es resistente a ácidos y bases fuertes, y es excelente para la medición de disoluciones acuosas con valores de pH altos o bajos. El módulo ATR de diamante del sistema FTIR Cary 635 es un sensor de reflexión única que se utiliza con la prensa para muestras a fin de generar un buen contacto entre el material que se va a analizar y la superficie de diamante. Como sensor de reflexión única, resulta ideal para sustancias sin diluir o puras como partículas, polvos u otros materiales duros. El exclusivo diseño del módulo ATR de diamante del sistema FTIR Cary 635 consigue una excelente transmisión de la energía; asimismo, la combinación del espectrómetro con la tecnología de muestreo de diamante supera generalmente a cualquier otro sistema FTIR para análisis rutinarios. El módulo ATR de reflexión única de diamante se describe en la Figura 6.



Figura 6. Módulo ATR de reflexión única de diamante para el espectrómetro FTIR Agilent Cary 635.

Módulo ATR de reflexión única de germanio (Ge)

El Ge es un elemento semimetálico, frágil y duro, con un alto índice de refracción, lo que se traduce en una menor profundidad de penetración de la radiación infrarroja. El sistema FTIR Cary 635 utiliza un elemento de reflexión única de Ge, que es una excelente elección para el análisis de materiales muy absorbentes o con componentes que dispersan mucho la luz. El módulo ATR de Ge suele utilizarse para analizar muestras como polímeros que contienen negro de carbón. Algunos ejemplos de materiales idóneos para el análisis con el módulo de muestreo ATR de Ge del sistema FTIR Cary 635 son juntas, juntas tóricas o neumáticos de caucho negro. El módulo ATR de reflexión única de germanio se describe en la Figura 7.



Figura 7. Módulo ATR multirreflexión de germanio para el espectrómetro FTIR Agilent Cary 635.

Ejemplos de aplicaciones

El uso del análisis ATR está muy extendido en una amplia gama de aplicaciones de la industria y las instituciones académicas. Agilent ofrece numerosas notas de aplicación que presentan el uso de los módulos ATR y proporcionan comparaciones con otras técnicas de muestreo disponibles. A continuación, se incluye un resumen de algunas de las notas de aplicación actualmente disponibles. En el sitio web de Agilent encontrará un conjunto completo de aplicaciones.

Control de calidad de envases farmacéuticos y conformidad con el capítulo <661.1> de la USP

Este estudio se centra en el uso de la espectroscopía FTIR para el análisis de polímeros utilizados en envases farmacéuticos. Se empleó un módulo ATR de diamante para determinar las diferencias entre los envases de marca y genéricos, así como para hacer una demostración de la detección de productos farmacéuticos adulterados. También se examinó el uso del espectrómetro FTIR para cumplir la normativa de la USP aplicable a los envases farmacéuticos, recogida en el capítulo <661.1>, "Materiales plásticos de construcción".

[Descargue la nota de aplicación completa.](#)

Determinación de los niveles de sacarosa en cereales infantiles

Este estudio determinó la cantidad de azúcar presente en diferentes marcas de cereales para desayuno dirigidos al mercado infantil. Las muestras de cereales se molieron hasta transformarlas en polvo y se colocaron directamente en el módulo ATR de diamante para cuantificar la concentración de sacarosa. Los resultados obtenidos mostraron una excelente correlación con los datos obtenidos por HPLC de las mismas muestras.

[Descargue la nota de aplicación completa.](#)

Identificación y cualificación rápidas de productos farmacéuticos

Este estudio resalta la sensibilidad del análisis de productos farmacéuticos por espectroscopía ATR-FTIR a la hora de clasificar y evaluar la pureza de determinadas materias primas. Se utilizó un módulo ATR de diamante para analizar muestras de ácido acetilsalicílico puras y contaminadas. Las exclusivas capacidades de configuración lógica del software Agilent MicroLab permiten identificar, cualificar y diferenciar fácilmente materias primas e ingredientes de distintas calidades en aplicaciones farmacéuticas.

[Descargue la nota de aplicación completa.](#)

Análisis de mezclas de combustibles con un accesorio ATR de 5 reflexiones de ZnSe

En este estudio, se determinó la composición de diversas mezclas de combustibles. Se empleó un módulo ATR multirreflexión de ZnSe para analizar de forma reproducible mezclas de diésel/butanol sin necesidad de preparar las muestras. Esto proporcionó información acerca de las cantidades y los fenómenos de mezcla a nivel molecular.

[Descargue la nota de aplicación completa.](#)

Análisis de los niveles de alcohol en desinfectantes de manos

Se empleó un módulo ATR de diamante para cuantificar el contenido de alcohol de desinfectantes de manos. El software MicroLab se utilizó para desarrollar un método de control de calidad rutinario que identificara automáticamente el tipo de alcohol y determinara con exactitud la concentración de alcohol.



Figura 8. La muestra de desinfectante de manos sin diluir se colocó en el accesorio ATR. El software Agilent MicroLab utilizó flujos de trabajo guiados con imágenes para ayudar a los usuarios a seguir cada paso de la medición, incluidos los de limpieza y muestreo.

[Descargue el folleto de aplicación.](#)

Detección de productos farmacéuticos adulterados

En este estudio, se empleó un módulo ATR de diamante para obtener espectros IR de comprimidos farmacéuticos auténticos y muestras de placebo. Los espectros se compararon con una amplia biblioteca de espectros IR mediante el software MicroLab para determinar las coincidencias. Para el clorhidrato de etambutol y el cefuroxima axetilo, dos productos farmacéuticos importantes y frecuentemente adulterados, se observó que el espectrómetro FTIR diferenció de forma fiable las muestras auténticas de las adulteradas.



[Descargue la nota de aplicación completa.](#)

Método automatizado de cribado por espectroscopía FTIR para la identificación de cocaína en muestras de estupefacientes incautadas

Se empleó un módulo ATR de diamante para obtener espectros IR de muestras de cocaína incautadas. El espectrómetro FTIR, en combinación con un método automatizado del software MicroLab, consiguió identificar la presencia de cocaína y mostró una buena correlación con la concentración de cocaína determinada por HPLC. Esta configuración de instrumento y software demostró ser adecuada como método no destructivo de cribado de estupefacientes incautados cuando existan sospechas de que contienen cocaína.

[Descargue la nota de aplicación completa.](#)

Información adicional

- [Espectrómetro FTIR Agilent Cary 635](#)
- [Software MicroLab para espectroscopía FTIR](#)
- [MicroLab Expert](#)
- [Guía de análisis y aplicaciones para la espectroscopía FTIR](#)
- [Fundamentos de la espectroscopia FTIR: preguntas frecuentes](#)
- [Descripción general de la espectroscopia ATR-FTIR](#)

www.agilent.com/chem/cary635

DE-011798

Esta información está sujeta a cambios sin previo aviso.

© Agilent Technologies, Inc. 2022, 2026
Impreso en EE. UU., 28 de agosto de 2026
5991-6858ES