




Advertencia: esta versión fue completada con Google Translate, ciertamente contiene errores o imprecisiones.

El espectrómetro UV-Vis-NIR

<p>Nombre y apariencia</p>	<p>italiano - spettrometro UV-Vis-NIR) Español : UV-Vis-NIR Spectroscopie Francés : Espectrofotómetro UV-Vis-NIR Español : Espectrofotómetro UV-Vis-NIR Portugués : Espectrofotômetro UV-Vis-NIR Tailandés (สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ UV-Vis-NIR) S`pek torfx tho mitexr` UV-Vis-NIR Alemán : UV-Vis-NIR Spektrophotometer Árabe (البنفسجية والمرئيات والقريبة الأشعة SÍ مطياف الأشعة) atai`ā f al-` A š` ā fawq al-Banafsaj ī yah wal-Mar` iy ā t wal-Qar ī bah al-` A š` ā ta h t al- h amrā` Ruso (УФ-ВИС-БЛИЖНЕИНФРАКРАСНЫЙ спектрофотометр) UF-VIS-BLIZHNIY INFRAKRASNYIY spektrofotometr Mandarín (紫外-可见-近红外分光光度计) Zǐwài-Kějī àn-Jìn Hóngwài Fēnguāng Guāngdùjì sujili Spektrofotometa ya UV-Vis-NIR Hindi (यूवी - विस - एनआईआर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर) Yūvī-Vīs-En`āTāra Spectrophotometer</p>	<p>Foto</p> 
<p>Historia</p>	<p>La espectroscopia óptica es la técnica que permite identificar gemas analizando cómo absorben la luz. La absorción está relacionada con la composición química y la estructura cristalina de la gema.</p> <p>El ojo humano es menos sensible a la luz en los extremos del espectro visible, por lo que no puede ver bandas de absorción en estas longitudes de onda. Los sensores CCD (Dispositivo acoplado de carga) , por otro lado, son más sensibles y pueden detectar estas bandas.</p> <p>La historia de los espectrofotómetros es fascinante. Su desarrollo tiene sus raíces en la década de 1950 , cuando se introdujeron los espectrofotómetros UV-Vis para el análisis de la radiación ultravioleta y visible. Posteriormente, en la década de 1960, se integró la espectroscopia NIR en estos instrumentos. Durante la década de 1980, los espectrofotómetros UV-Vis-NIR se volvieron cada vez más comunes en la química analítica y la industria debido a sus contribuciones al análisis y control de calidad. A lo largo del siglo XXI , los avances tecnológicos han mejorado aún más la sensibilidad y precisión de estos instrumentos.</p> <p>Algunos descubrimientos importantes llevaron, con el tiempo, a la creación de este instrumento:</p> <p>Prisma de Newton (1642): Isaac Newton fue uno de los pioneros en el análisis de la luz. En 1642, utilizó un prisma de vidrio para descomponer la luz solar en sus componentes coloreados, demostrando que la luz blanca se compone de diferentes longitudes de onda, cada una con un color diferente.</p> <p>Espectroscopio de Joseph Fraunhofer (1814): Fraunhofer refinó el trabajo de Newton y utilizó un espectroscopio para estudiar el fenómeno de las líneas espectrales en el análisis de la luz solar. Descubrió numerosas líneas en el espectro solar, incluida la famosa "línea D" del sodio.</p> <p>Los experimentos de Gustav Kirchhoff y Robert Bunsen (década de 1860): Kirchhoff y Bunsen contribuyeron significativamente a la espectroscopia, identificando elementos químicos específicos basándose en las líneas espectrales emitidas o absorbidas al calentar muestras. Estos experimentos condujeron a la formulación de las leyes de la espectroscopia.</p>	





Leyes científicas de referencia.

En gemología, la diferencia entre espectroscopio y espectrómetro se refiere principalmente a la complejidad del análisis y la variedad de datos que se pueden obtener. Aquí hay una explicación de las diferencias:

1. Espectroscopio :

- Un espectroscopio es un instrumento más simple que un espectrómetro.
- Se centra en observar y analizar las características espectrales de una gema, como las bandas de absorción, sin medir cuantitativamente la intensidad de la luz.
- Puede utilizarse para identificar la presencia de elementos o impurezas específicos dentro de la piedra preciosa, pero ofrece una cantidad limitada de datos cuantitativos.
- **El de mano** , utilizado para análisis gemológicos sencillos, se llama espectroscopio.

2. Espectrómetro :

- instrumento **más avanzado y sofisticado** que un espectroscopio.
- Mide cuantitativamente la intensidad de la luz en diferentes longitudes de onda dentro del espectro electromagnético, incluidos los rangos UV-Vis-NIR.
- Proporciona un análisis detallado del espectro de absorción de una gema, lo que permite determinar la concentración de elementos específicos o impurezas con mayor precisión.
- Los espectrómetros UV-Vis-NIR se utilizan especialmente en gemología, ya que cubren una amplia gama de longitudes de onda, lo que permite un análisis más profundo de las gemas.

3. Espectrofotómetro :

- Un espectrofotómetro es un instrumento más avanzado que mide la absorbancia o transmitancia de la luz en función de la longitud de onda.
- Puede cuantificar con precisión cuánta luz absorbe una sustancia en diferentes longitudes de onda, incluidos los rangos UV-Vis-NIR.
- Proporciona datos cuantitativos que ayudan a determinar la concentración de elementos o impurezas específicos en una gema.
- Los espectrofotómetros UV-Vis-NIR se utilizan comúnmente en gemología para analizar gemas de manera detallada y precisa.

Ley de Lambert-Beer: Esta ley establece que la absorbancia de una sustancia es directamente proporcional a la concentración de la sustancia misma y a la longitud del camino por el que pasa la luz hacia la muestra. En resumen, cuanto más concentrada está una sustancia, más luz absorbe.

Ley de Planck: Esta ley describe la radiación del cuerpo negro, explicando cómo se comporta la radiación electromagnética dependiendo de la temperatura del cuerpo. Planck propuso que la energía electromagnética no es continua sino que está cuantificada en "cuantos" o paquetes discretos, allanando el camino para la espectroscopía cuántica.

Uso

La espectroscopía UV-Vis-NIR es una técnica poderosa que permite analizar materiales de forma no destructiva. Esta técnica utiliza la luz para estudiar las propiedades de un material, como su composición química, pureza e inclusiones.

La banda espectral de la espectroscopía UV-Vis-NIR es mucho más amplia que la del espectroscopio óptico, que analiza únicamente la luz visible. Esta técnica nos permite obtener información más detallada sobre las propiedades del material.

En particular, la banda espectral de estos instrumentos, según los modelos, puede

Limitaciones

Estas herramientas tienen algunas limitaciones. La sensibilidad de los espectrofotómetros se ve afectada por las condiciones de muestreo, que deben controlarse estrictamente. Además, los modelos de alta precisión pueden tener costos elevados, lo que requiere una cuidadosa consideración de las necesidades de los usuarios. Por último, es importante señalar que los espectrofotómetros pueden presentar dificultades a la hora de analizar muestras extremadamente concentradas o diluidas, lo que requiere





	<p>incluir intervalos que van desde los 200 nm (nanómetros) de ultravioleta C hasta los 1100 nm de infrarrojo cercano. Esto es mucho más amplio que la región visible simple (400-700 nm) que puede analizarse utilizando el espectroscopio óptico.</p> <p>En gemología, la espectroscopia UV-Vis-NIR se utiliza para identificar gemas, determinar su composición química y evaluar su claridad. Esta técnica también se utiliza para detectar inclusiones y otras imperfecciones.</p> <p>La espectroscopia UV-Vis-NIR es una herramienta valiosa para los gemólogos, ya que proporciona información precisa y confiable sobre las gemas.</p>	<p>una preparación adecuada de las muestras y una calibración precisa.</p>
--	---	--

	<p style="text-align: center;">Cómo utilizar</p> <p>El análisis espectroscópico es una herramienta esencial para la gemología moderna. Un espectroscopio UV-Vis-NIR (ultravioleta-visible-infrarrojo cercano) revela una variedad de información valiosa sobre una piedra preciosa, incluida su composición química, cualquier tratamiento e incluso su origen geográfico. A continuación se incluye una breve lista de los pasos necesarios para analizar con precisión una piedra preciosa utilizando un espectroscopio UV-Vis-NIR:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Preparación de la gema : Antes de iniciar el análisis, es importante preparar adecuadamente la gema. Esto puede incluir limpiar la superficie y, si es necesario, montar la gema en una configuración que permita una iluminación y recopilación de datos adecuadas.2. Calibración del instrumento : Asegúrese de que el espectroscopio esté correctamente calibrado. Este paso es crucial para garantizar resultados precisos. La calibración debe realizarse utilizando un espectro de referencia conocido.3. Iluminación: Ilumine la gema con una fuente de luz adecuada para la región del espectro a analizar (UV, visible o infrarrojo cercano). La luz incidente debe ser uniforme sobre la superficie de la gema.4. Recopilación de datos: Registre el espectro de absorción de la gema. Durante este proceso, la piedra preciosa absorberá longitudes de onda de luz específicas, creando un espectro único que puede usarse para identificar las características de la piedra.5. Interpretación de los datos : Analizar el espectro obtenido. Busque picos de absorción y bandas específicas que puedan revelar la presencia de elementos químicos, inclusiones, tratamientos térmicos u otras características. Puede comparar los datos con espectros de referencia de gemas conocidas para obtener información más detallada.6. Comparación con bases de datos y referencias : Utilice bases de datos gemológicas y espectros de referencia para comparar los datos recopilados con gemas cuya identidad y características ya se conocen. Esto puede ayudar a identificar la gema que se está investigando.7. Análisis en profundidad (si es necesario): En algunos casos, puede ser necesario realizar análisis adicionales, como la espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) o la espectrometría Raman, para obtener información más detallada sobre la composición química y las inclusiones.8. Documentación : Registre todos los datos e información obtenidos durante el análisis. Esta documentación es esencial para crear un informe gemológico completo.
--	---





En general

Los espectrofotómetros UV-Vis-NIR utilizados en gemología adoptan dos geometrías de muestreo principales. El primero, derivado de instrumentos desarrollados inicialmente para el análisis de líquidos utilizando cubetas de vidrio o cuarzo (Fig. 1), consiste en posicionar la gema entre la fuente y el detector. Una fuente paralela proporciona la señal de referencia. Sólo una parte de la emisión electromagnética pasa a través de la gema y el detector sólo recoge la radiación no absorbida. Posteriormente, un sistema informático compara la radiación de referencia con la absorbida parcialmente por la gema, permitiendo mostrar el espectro resultante en un gráfico. Esto le permite evaluar las longitudes de onda absorbidas y transmitidas por la muestra.

La segunda geometría, cada vez más extendida en gemología, implica el uso de la esfera integradora, originalmente concebida para estudios colorimétricos. Este enfoque se basa en la reflexión difusa y uniforme de la fuente dentro de una esfera recubierta con un material altamente reflectante (Fig. 3). La forma y el revestimiento de la esfera permiten que la luz rebote sin ser absorbida, creando homogeneidad en la radiación. En este caso, los rayos de luz atraviesan la gema desde todas las direcciones, eliminando la necesidad de preocuparse por la orientación de las muestras. Además, las piedras opacas se pueden analizar colocándolas a una distancia mínima del detector, que solo recogerá la radiación reflejada. Esta geometría permite el análisis de materiales transparentes, translúcidos y opacos sin cambios en la configuración de muestreo.

Ahora, mirando específicamente algunas joyas:

Diamante: La distinción entre diferentes tipos de diamantes en función de la presencia de nitrógeno en la red cristalina es de gran importancia. Por ejemplo, **el centro N3**, compuesto por 3 átomos de nitrógeno conectados a un hueco, genera un **pico de absorción a 415,2 nm**. La mayoría de los diamantes en circulación pertenecen a la "serie de capas" y muestran el centro N3 en el espectro de absorción. La detección del centro de N3 en una piedra incolora excluye automáticamente la posibilidad de que sea sintética o esté tratada con HPHT (alta presión-alta temperatura). La sensibilidad de los espectrómetros modernos permite detectar defectos extremadamente pequeños, que de otro modo serían difíciles de detectar con instrumentos ópticos. Otras características notables **incluyen el centro N9 a 236 nm y la banda a 270 nm**, presentes en casi todos **los diamantes tratados con HPHT**, y el centro H3 **a 503,5 nm**, un fuerte indicador de irradiación en diamantes de colores.

Gemas coloridas

La espectroscopia UV-Vis-NIR se puede utilizar para identificar rápidamente piedras coloreadas, ya que muchas gemas incoloras exhiben un espectro de absorción específico. Sin embargo, la eficacia de esta técnica depende de la experiencia del gemólogo en la interpretación de los espectros de absorción de las gemas y sus imitaciones. Existen bibliotecas espectrales de referencia, pero el análisis por computadora está limitado por la variabilidad de las bandas de absorción. En general, el espectro puede confirmar rápidamente la naturaleza del material cuando el operador ya tiene una idea precisa.

Rubíes: En el caso del rubí, la espectroscopia UV-Vis-NIR se utiliza para identificar rastros de cromo, lo que le da al rubí su color rojo vibrante. Las absorciones debidas a trazas de cromo se destacan en la región visible del espectro, a menudo alrededor de 550 nm, y pueden variar en intensidad dependiendo de las condiciones geológicas en las que se formó el rubí.

Zafiros: Identificar el origen geológico de los zafiros azules es crucial para detectar posibles tratamientos térmicos. Los zafiros de origen metamórfico y magmático muestran espectros diferentes debido a los oligoelementos en la red cristalina. Los espectros de zafiros de origen metamórfico muestran una banda dominante debido a la transferencia de carga entre Fe²⁺ y Ti⁴⁺, mientras que los zafiros de origen magmático muestran





	<p>bandas más pronunciadas debido a Fe³⁺. La integración de esta información con la espectroscopía FTIR y la observación microscópica es fundamental en el análisis gemológico de zafiros.</p> <p>Esmeraldas: En el análisis de esmeraldas, las absorciones debidas a Fe²⁺ y Fe³⁺ en las regiones UV y NIR proporcionan información valiosa sobre el origen geológico. Si bien es raro observar bandas de hierro en las esmeraldas colombianas o en las extraídas de la mina Musakashi en Zambia, otros depósitos, asociados o no con pegmatitas, proporcionan gemas que pueden exhibir estas bandas con absorciones muy variables.</p> <p>Alejandritas : en el caso de la alejandrita, una variedad de crisoberilo, la espectroscopía UV-Vis-NIR puede revelar información sobre la presencia de cromo y hierro, lo que contribuye a su capacidad de cambiar de color de verde con luz natural a rojo con luz incandescente. Estos cambios de color se deben a transiciones electrónicas que pueden detectarse mediante espectroscopía UV-Vis-NIR. El uso preciso de esta herramienta, en combinación con otras técnicas analíticas, permite determinar la autenticidad de las gemas y detectar cualquier tratamiento.</p> <p>Jadeíta : El valor del jade jadeíta depende principalmente de la intensidad y homogeneidad de su color característico. La jadeíta de alta calidad, llamada "tipo A", debe su hermoso color a la presencia de cromo y, a veces, trazas de hierro. Estos elementos se pueden identificar mediante espectroscopía UV-Vis-NIR. Los tintes verdes que se utilizan a menudo para mejorar la apariencia de la jadeíta "tipo C" generan un espectro de absorción similar al de la jadeíta "tipo A", pero lo suficientemente característico como para revelar la calidad exacta del material. Sin embargo, la presencia de resinas requiere análisis FTIR y microscopía de fluorescencia para la identificación de jadeíta "tipo B".</p> <p>Turmalina-Paraíba : La turmalina Paraíba, una variedad de Elbaita, se caracteriza por la presencia de cobre, lo que confiere a las gemas un color azul brillante, a veces con un componente verde. Identificar la presencia de cobre y manganeso en la estructura cristalina es fundamental. Una Paraíba "real" puede tener valores de mercado significativamente más altos que una turmalina azul aparentemente similar. Por tanto, la capacidad de localizar estos elementos en la piedra es crucial.</p> <p>Turquesa : La turquesa, al ser opaca, requiere la técnica de reflectancia para su análisis. La coloración azul natural debida al cobre produce un espectro de reflexión ligeramente diferente al de los colorantes artificiales. En particular, las amplias bandas de absorción a 620 y 670 nm son indicativas de turquesas coloreadas artificialmente.</p>
Accesorios	<p>Los espectrofotómetros UV-Vis-NIR, herramientas fundamentales en el análisis espectroscópico, van acompañados de diversos accesorios. Entre estas destacan las cubetas de vidrio o cuarzo, ideales para medir muestras líquidas. Alternativamente, para analizar muestras opacas, se utilizan esferas integradas que permiten una reflexión amplia y uniforme de la luz. Además, el software especializado permite el análisis de datos espectrales, mientras que para la calibración se utilizan muestras de referencia. Sin olvidar las fuentes de luz UV-Vis-NIR que constituyen un elemento crucial para el análisis.</p> <p><i>Cubetas de vidrio o cuarzo para medir muestras líquidas</i> <i>Esferas integradas para medir muestras opacas.</i> <i>Software de análisis espectral</i> <i>Muestras de referencia para calibración.</i> <i>Fuentes de luz UV-Vis-NIR</i></p>
Precauciones	<p>Para obtener resultados precisos, es fundamental tomar algunas precauciones. Es fundamental mantener condiciones óptimas para el muestreo, asegurando que la muestra esté bien preparada y libre de contaminantes. Además, es necesaria una calibración periódica del instrumento para garantizar la precisión de las mediciones. El control de la temperatura durante los análisis es fundamental, especialmente para muestras sensibles a las variaciones térmicas.</p>
Activar	<ul style="list-style-type: none">• Fuente de luz• Monocromador o dispositivo de selección de longitud de onda.





	<ul style="list-style-type: none">• Muestra o cubeta• Detector (fotodiodo, fotomultiplicador, CCD o dispositivo de carga acoplada)• Computadora para control y análisis de datos.
Unidad de medida	En los análisis espectroscópicos, las unidades de medida involucradas incluyen: <ul style="list-style-type: none">• Nanómetro (nm): la longitud de onda de la luz se mide en nanómetros, lo cual es fundamental para identificar diferentes longitudes de onda dentro del espectro.• Absorbancia (A): la absorbancia es una medida de la cantidad de luz absorbida por una muestra y, a menudo, se expresa en unidades arbitrarias (por ejemplo, AU).
Tipos	Independientemente del modelo de geometría utilizado, el funcionamiento de los espectrofotómetros UV-Vis-NIR requiere que el espectro de referencia de la fuente se registre inicialmente sin posicionar la muestra. Posteriormente este se analiza y el sistema automáticamente realiza una comparación entre los dos espectros, generando finalmente el espectro de absorción del material. <ul style="list-style-type: none">◦ Modelos básicos: Los espectrofotómetros UV-Vis-NIR básicos, adecuados para muchas aplicaciones de laboratorio, pueden tener un precio que oscila entre unos pocos miles y varios miles de dólares. Estos pueden oscilar entre 2.000 y 5.000 euros o dólares. A menudo se utilizan en laboratorios más pequeños o en entornos de investigación menos exigentes.◦ Modelos de alta gama: los espectrofotómetros de alta gama con funciones avanzadas, como escaneo de longitud de onda, capacidad de analizar una amplia gama de muestras y automatización, pueden costar entre decenas de miles y cientos de miles de dólares. Estos pueden oscilar entre 15.000 y más de 50.000 euros o dólares. Vienen con las mejores especificaciones, precisión y características avanzadas y, a menudo, son elegidos por laboratorios gemológicos o institutos de investigación de primer nivel.◦ Espectrofotómetros portátiles: También existen espectrofotómetros UV-Vis-NIR portátiles, útiles para análisis de campo o in situ. Estos dispositivos pueden tener un precio más asequible, pero la precisión puede ser limitada en comparación con los modelos de laboratorio.
Modelos famosos	<p>Los espectrofotómetros UV-Vis-NIR varían considerablemente según el fabricante y el precio. Por ejemplo, el PerkinElmer Lambda 950 es conocido por su alta precisión pero tiene un alto costo, el Shimadzu UV-1800 representa una opción más económica y es adecuado para laboratorios de investigación, mientras que el Ocean Optics USB2000+ es asequible y portátil.</p> <p>Algunos precios Instrumento: Óptica Oceánica USB4000 Precio Indicativo: Aproximadamente 2.000 euros o dólares Fuente: Información de precios proporcionada por el sitio web oficial de Ocean Optics. Modelos de gama media: Instrumento: Agilent Cary 60 Precio Indicativo: Aproximadamente 6.000 - 8.000 euros o dólares Fuente: Información de precios proporcionada por el sitio web oficial de Agilent. Modelos de gama alta: Instrumento: PerkinElmer Lambda 1050 Precio Indicativo: Aproximadamente 20.000 - 30.000 euros o dólares Fuente: Información de precios proporcionada por el sitio web oficial de PerkinElmer.</p>
Innovación	De cara al futuro, existen algunas tendencias clave en la evolución de los espectrofotómetros UV-Vis-NIR. Recientemente, se ha prestado atención a la miniaturización y portabilidad de estos instrumentos (Fuente: "Recent Advances in Miniaturized Spectrometers and Their Applications" - Analytical Chemistry, 2020, 92, 1, 554–567). La integración de tecnologías de inteligencia artificial está ayudando a que los análisis de datos sean más eficientes (Fuente: "Machine Learning in Spectroscopy" -





	<p>Analytical Chemistry, 2019, 91, 1, 757–766). Además, existen crecientes oportunidades para aplicaciones en los sectores biomédico y ambiental gracias a sensores cada vez más sensibles (Fuente: "Emerging Applications of UV-Vis Absorption Spectroscopy for Point-of-Care Diagnostics" - Trends in Analytical Chemistry, 2020, 124, 115794). Con estas innovaciones, los espectrofotómetros UV-Vis-NIR seguirán siendo herramientas indispensables para una amplia gama de aplicaciones analíticas y de investigación.</p>
Datos curiosos	<ol style="list-style-type: none">1. Existencia de Huellas Dactilares Espectrales: Cada sustancia química tiene un espectro de absorción único que sirve como "huella digital" para su identificación. Este principio es la base del análisis espectroscópico de sustancias desconocidas.2. Espectroscopia estelar: La espectroscopia ha sido fundamental para comprender la composición química de las estrellas. Los astrónomos utilizan espectroscopios para estudiar la luz de las estrellas y determinar los elementos presentes en ellas.3. Aplicaciones en medicina forense: la espectroscopia se utiliza para analizar pruebas forenses, incluidas muestras de sangre y tejidos, para identificar sustancias químicas y rastros de drogas o venenos.4. Exploración planetaria: Los espectroscopios a bordo de sondas espaciales como el Telescopio Espacial Hubble han permitido a los científicos analizar la atmósfera y la composición de planetas y lunas en nuestro sistema solar y más allá.5. Descubrimiento de gases nobles: Los espectroscopistas descubrieron la existencia de gases nobles como el helio, el neón y el argón analizando las líneas espectrales de los gases emitidos durante las erupciones volcánicas.6. Espectroscopia en obras de arte: La espectroscopia se ha utilizado para estudiar obras de arte, permitiendo identificar pigmentos y sustancias químicas utilizadas por los artistas a lo largo de los siglos.7. Telescopios espectroscópicos: los telescopios espectroscópicos terrestres y espaciales, como el Telescopio Keck y el Telescopio Espacial James Webb, utilizan la espectroscopia para explorar el universo, revelando detalles sobre planetas, estrellas y galaxias distantes.8. Espectroscopia en la industria alimentaria: La espectroscopia se utiliza para analizar la composición química de los alimentos, determinando el contenido de nutrientes y la presencia de contaminantes.9. Detección de moléculas orgánicas complejas: la espectroscopia es crucial para la identificación de moléculas orgánicas complejas, como biomoléculas, lo que ayuda en la investigación médica y farmacéutica.10. Aplicaciones ambientales: Los espectroscopios se utilizan para monitorear el aire y el agua, identificar contaminantes y contribuir a la protección del medio ambiente.
Difusión	<p>Los espectrofotómetros UV-Vis-NIR son instrumentos ampliamente utilizados en laboratorios de investigación, industrias químicas, farmacéuticas, ambientales, geológicas e incluso gemológicas. Su versatilidad los hace esenciales para una amplia gama de aplicaciones. Los costos de los espectrofotómetros varían mucho según el tipo y las características específicas del modelo.</p>

