



Estudio Atmosférico Mediante Espectroscopia de Absorción de la Luz del Sol y de la Luna

L. M. Hoyos, E. Solarte

Universidad del Valle, departamento de Física, A.A.25360, Santiago de Cali, Colombia

Recibido 22 de Oct. 2007; Aceptado 15 de Oct. 2008; Publicado en línea 5 de Ene. 2009

Resumen

La espectroscopía es una herramienta poderosa que ha permitido un mejor entendimiento de las propiedades de los objetos celestes y de sus cambios en el tiempo; lo que puede ser aprovechado para estudiar la influencia de la atmósfera terrestre en la radiación proveniente del Sol, durante el día y en la reflejada por la Luna durante la noche. Así, se dispone de fuentes de radiación, relativamente estables y bien conocidas, con las que se puede realizar el seguimiento de procesos atmosféricos que produzcan variaciones espectrales ya sea por absorción o por esparcimiento. En este trabajo se muestran los cambios en los espectros del Sol y de la Luna, en la ciudad de Cali, durante varios meses entre los años 2006 y 2007. Se utilizó un telescopio Newtoniano de 10 pulgadas acondicionado con un sistema óptico diseñado para conducir la luz lunar, o un sistema óptico reductor de intensidad para la luz solar, y se llevó la radiación a un espectrofotómetro (350 nm a 1200 nm, con una resolución de 0.5 nm). La señal espectral es procesada electrónicamente, almacenada en un PC y procesada utilizando ORIGIN 7.0®.

Palabras claves: Espectroscopía de absorción, Baja Atmósfera, Aerosoles atmosféricos.

Abstract

The spectroscopy is a powerful tool that has allowed a better understanding of the properties of celestial objects and their changes over time; this can be exploited to study the influence of the Earth's atmosphere on the Sun radiation, during the day, and on the light reflected by the moon in the night. This provides radiation sources, relatively stable and well-known, allowing to track some atmospheric processes that produce spectral variation by absorption as well as by scattering. In this paper, the spectral changes of the Sun and Moon light, attributable to air pollution in the lower atmosphere on Cali city during several months in the years 2006 and 2007, are reported. A 10-inch Newtonian telescope was used. A light collector was built to study the lunar light; and for the sunlight, an optical reduction system was attached to a small telescope. These systems couple the collected light into an optical fiber patch to feed the light into a spectrophotometer (350 nm to 1200 nm, with a resolution of 0.5 nm). The spectral signal was electronically processed and stored on a computer, and processed using the program ORIGIN 7.0®.

Keywords: Absorption spectroscopy, Lower Atmosphere, Atmospheric Aerosols.

© 2009 Revista Colombiana de Física. Todos los derechos reservados.

1. Introducción

Es conocido que los cuerpos celestes poseen diversos espectros dependiendo en gran parte de su constitución química y la temperatura superficial, sin embargo los espectros obtenidos dependen también del lugar en el cual se realizan las medidas, ya que la composición de la atmósfera influye en

los resultados que se logran, debido a que los átomos o moléculas presentes en ella realizan absorciones y emisiones de la energía enviada por los cuerpos celestes, causando así una variación observable de los espectros, siendo esta variación dependiente en parte del nivel de contaminación atmosférica. Es posible conocer los cambios en las concen-

traciones de componentes y contaminantes atmosféricos utilizando los espectros de fuentes relativamente estables y bien conocidas como son el Sol y la Luna. Los picos de absorción presentes en sus espectros indican no sólo los átomos o moléculas presentes en la atmosfera del astro, también contienen información correspondiente a la composición de la atmósfera terrestre. Si se posee una serie temporal de espectros, es posible conocer los cambios de concentración que se presentan durante este lapso y obtener resultados acerca de su variación utilizando la ley de Beer-Lambert [1], expresada como se indica en la ecuación (1):

$$\frac{I_1}{I_0} = \exp(-\alpha lc), \quad (1)$$

Donde I_0 es la intensidad de la radiación electromagnética antes de atravesar un material absorbente de longitud l , con coeficiente de absorción α y concentración c ; e I_1 es la intensidad de la radiación electromagnética luego de atravesar el material absorbente.

La relación entre las concentraciones para dos tiempos diferentes puede establecerse como:

$$\frac{\ln(I_1/I_0)}{\ln(I_2/I_0)} = \frac{c_1}{c_2}, \quad (2)$$

Donde I_1 es la intensidad para el tiempo (día) 1 e I_2 para el tiempo 2. Por otra parte, para grandes recorridos de la luz en la atmósfera, se pueden observar cambios en las líneas de Fraunhofer, porque debido a efectos inelásticos (Raman), se produce en la atmósfera radiación en estas longitudes de onda o por esparcimiento múltiple se remueve de la dirección original. Los cambios producidos pueden analizarse también con la relación (2), pero no puede interpretarse como cambios de concentración de partículas absorbentes.

2. Procedimiento experimental

Para la obtención de los espectros se utiliza un espectrómetro marca Ocean Optics S2000, cuya señal luminosa es colectada por un telescopio Newtoniano de 10 pulgadas de diámetro y montura Dobsoniana; provisto de un sistema de acople, que reemplazando el ocular del telescopio, lleva la luz a una fibra óptica que la conduce al espectrómetro donde se analiza y detecta. La señal eléctrica es digitalizada y almacenada en un computador portátil. El sistema de acople para la luz lunar está conformado por un pequeño telescopio que acopla la luz focalizada por el espejo esférico de $10''$ y la introduce en la fibra óptica. Para el estudio de la luz solar se utiliza el sistema de acople anterior con un iris reductor (pinhole de $100 \mu\text{m}$ de diámetro). Los espectros de la Luna se tomaron en los días de Luna llena o en días cercanos a estos, con el fin de obtener la mayor cantidad de luz posible; la toma de datos se realizó durante los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo entre los años 2006 y 2007. Por otra parte, las medidas para la obtención de los espectros del

Sol se realizaron durante los meses de Junio y Julio de 2007, con intervalos de aproximadamente 2 semanas entre tomas. Los espectros obtenidos para ambos cuerpos celestes pueden ser consultados en la tesis de Hoyos [2].

3. Resultados y análisis

A continuación se muestran los cambios de intensidad en líneas de absorción presentes en el espectro medido a través de la atmósfera terrestre para ambos cuerpos celestes durante varios periodos de tiempo. En la Figura 1 se presentan datos para luz lunar.

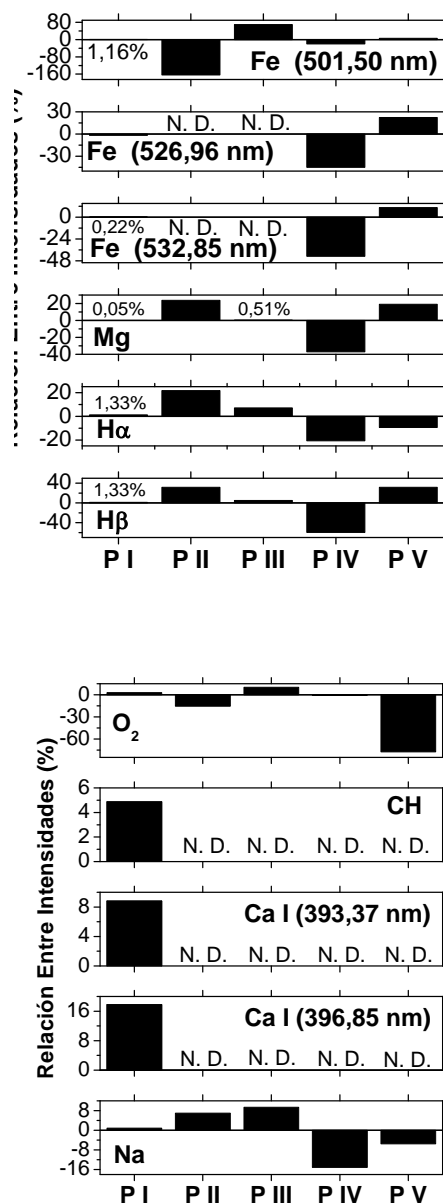


Figura 1 Cambios observados en la intensidad de las líneas de Fraunhofer en espectros de luz lunar.

La letra P hace referencia al periodo analizado, el cual para el caso de la Luna fue: P I (Diciembre-Enero), P II (Enero-Febrero 1), P III (Febrero 1-Febrero 2), P IV (Febrero 2-Marzo 1), P V (Marzo 1-Marzo 2); N.D significa que para ese periodo de tiempo, no se pudo observar tal línea.

Los cambios en la intensidad de las líneas de Fraunhofer, mostrados en la figura 1, varían en un amplio rango mostrando con esto cambios naturales de la atmosfera o a cambios generados por el hombre debidos a la emisión de contaminantes y sustancias diversas. Además, P IV presenta una disminución en la concentración de gran parte de las líneas detectadas.

En la Figura 2 se presentan los resultados para espectros solares. Los periodos corresponden a: P I junio 7 y junio 8, P II a junio 8 y junio 14, P III entre junio 14 y junio 15, P IV entre junio 15 y junio 26, P V entre junio 26 y junio 28, P VI entre junio 28 y julio 3, y P VII entre julio 3 y julio 6; N.D. tiene el mismo significado que en la Figura 1.

Se puede observar que para P III la mayoría de las líneas presentó disminuciones apreciables en su intensidad, por otra parte, en P VI y P VII se registraron variaciones muy bajas.

3. Conclusiones

El estudio espectroscópico de la luz solar, a través de la atmósfera terrestre, es una herramienta para el estudio de los cambios en la concentración de partículas y gases presentes en ella. Se midieron espectros de luz solar y de la luz reflejada por la luna. Se observaron y midieron cambios en intensidad de las líneas de Fraunhofer a lo largo del tiempo, Con lo cual se dispone de información sobre efectos de esparcimiento elástico e inelástico causados por contaminantes atmosféricos. Esta información, complementa otros estudios como los de LIDAR y hace posible identificar átomos, moléculas o partículas responsables de los cambios.

Referencias

[1] G. H. Beaven, Molecular Spectroscopy, Pág. 279, The Macmillan Company New York, 1961.
 [2] L. M. Hoyos, Estudio espectroscópico de la atmosfera diurna y nocturna sobre la ciudad de Santiago de Cali, Universidad del Valle, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Naturales y exactas (2007).

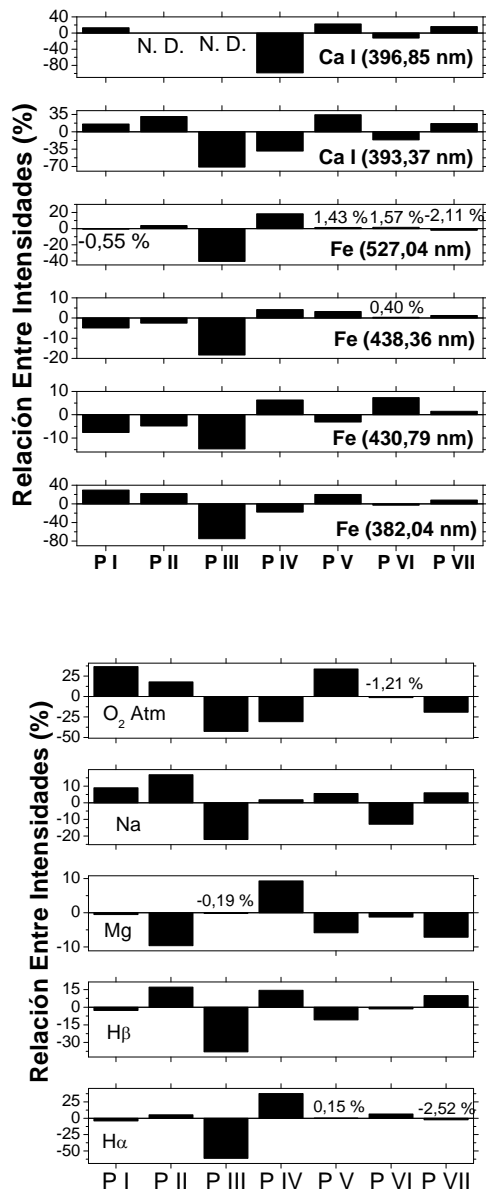


Figura 2. Cambios observados en la intensidad de las líneas de Fraunhofer en espectros de luz del Sol.