



# Universidad de los Andes

Departamento de Física

Guía para el curso

Laboratorio de Física Moderna

2016

## Práctica 7

# Espectros de hidrógeno y deuterio

### Objetivos:

- Familiarizarnos con el espectrógrafo de alta resolución
- Observar la diferencia entre los espectros de hidrógeno (H) y deuterio (D)
- Medir y explicar la diferencia entre las longitudes de onda de H-alfa y D-alfa
- Observar y medir la estructura fina de la línea H-alfa y/o D-alfa

### Equipo:

Espectrógrafo de alta resolución. Tubos espectrales de sodio, mercurio, hidrógeno, deuterio y neón. Cada grupo debe tener algún medio para llevarse sus datos.

### Aclaración:

Usaremos el espectrógrafo ESPARTACO ubicado en el Observatorio Astronómico. Como hay un solo instrumento, los estudiantes irán al Observatorio por turnos de media hora (en los acostumbrados grupos de dos). Antes de terminar la semana deben enviar una primera versión del informe; el profesor podrá hacer correcciones antes de la versión final.

La luz entra a ESPARTACO a través de una fibra óptica; por eso las “líneas” espectrales no son propiamente líneas, sino puntos (por tradición se siguen llamando líneas). Un espectro tomado con ESPARTACO no cubre todo el rango visible sino solo unos 5 nm.

### Preparación:

En un catálogo de líneas de Neón (por ejemplo NIST Atomic Spectra Database) se busca la longitud de onda de la línea de neón que esté más cercana a H-alfa (por encima o por debajo). Esa línea será usada para calibrar la escala de los espectros. Hay que saber:

- Las longitudes de onda hasta milésimas de nanómetro (o mejor).
- Qué es la resolución espectral de un instrumento
- Cuáles fenómenos contribuyen al ancho observado de una línea espectral.
- Qué es deuterio
- El modelo de Bohr del átomo de hidrógeno
- Qué influencia tiene la masa del núcleo atómico sobre la longitud de onda.
- Cómo se puede, midiendo las longitudes de onda de H-alfa y D-alfa, deducir la proporción entre la masa del electrón y la de un nucleón.
- Qué es la estructura fina de las líneas espectrales, en particular el caso del hidrógeno, y su importancia histórica (cómo contribuyó al desarrollo de la física atómica). ¿Cómo cambia la estructura fina al cambiar hidrógeno por elementos más pesados (Na, Hg)?

### Procedimiento:

Inicialmente se toma espectros de las líneas amarillas de mercurio y de sodio, para tener una idea de la resolución espectral que estamos usando.

Se toma espectros de H-alfa, D-alfa, y una línea de neón cercana. No es necesario tomar todas estas líneas en una misma imagen; se pueden tomar una por una.

Con IRIS se extrae los perfiles. Con los comandos L\_ADD y L\_PLOT se miden las posiciones de los centros de las líneas de H y Neón, hasta décimas de pixel, para calibrar la escala. Con la función SLICE se toma perfiles de H y D a varias alturas (varios valores de "y") hasta encontrar el que muestre más nítidamente la estructura fina.

### Análisis:

Se observa que las líneas H-alfa y D-alfa son dobles. En el caso de H es más difícil distinguir las dos componentes: ¿por qué? Medimos la separación de las dos componentes (con su incertidumbre).

Con las longitudes de onda conocidas de H-alfa y neón, se calibra la escala horizontal. Con la escala horizontal calibrada se mide la separación entre H-alfa y D-alfa.

A partir de la separación o diferencia entre H-alfa y D-alfa calculamos la proporción de masas entre el electrón y un nucleón (con su incertidumbre). Comparamos el resultado con el valor dado en la literatura.

Medimos el ancho a media altura (FWHM), en unidades de longitud de onda, de la línea de neón. A partir de ahí calculamos la resolución espectral del instrumento.

También evaluamos el ancho de H-alfa y D-alfa, y los comparamos entre sí y con el ancho de la línea de neón. ¿A qué se deben las diferencias?

Comparamos la separación de las dos componentes de H-alfa (la estructura fina) con el valor reportado en la literatura.

El espectro de deuterio muestra una línea débil justo en la posición de H-alfa. ¿Por qué?