



Universidad de los Andes

Departamento de Física

Guía para el curso

Laboratorio de Física Moderna

2016

Práctica 13

Efecto Zeeman anómalo

Objetivos:

- Observar el Efecto Zeeman anómalo.
- Medir las posiciones de las líneas espectrales que surgen por el campo magnético.
- Interpretar el patrón de líneas.

Preparación:

En qué consiste el Efecto Zeeman. Diferencia entre el efecto “normal” y el “anómalo”. Usaremos la línea de Neón con $\lambda = 724,5$ nm (eso es infrarrojo; averiguar el valor exacto). ¿Cuáles son los números cuánticos de los niveles inicial y final de esta transición? ¿En cuántos subniveles se divide cada uno de estos niveles cuando hay campo magnético? (esto depende del número cuántico “J”). Diferencia ΔE de energía entre los subniveles. Componentes σ y π . Reglas de selección. Factor de Landé (definición, y valores para los dos niveles involucrados). Relación entre ΔE y $\Delta\lambda$.

Equipo:

Espectrógrafo de alta resolución. Tubos de neón y argón. Electroimán con su fuente de corriente. Para calibrar la escala usaremos la línea de Argón con $\lambda = 727,3$ nm (averiguar el valor exacto). 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.

Procedimiento:

Instalamos la lámpara de Neón entre los polos del electroimán y la encendemos. Tomamos el espectro sin campo magnético.

Tomamos el espectro de Argón para calibrar la escala. Es posible grabar las dos líneas (Neón y Argón) en una sola imagen, pero teniendo en cuenta que el argón necesita más tiempo que el neón.

Encendemos el electroimán (5 o 6 amperios). Tomamos nota de la corriente. Grabamos dos espectros: uno con la luz que sale paralelo al campo magnético, y otro con la luz que sale perpendicular.

Análisis:

Con el programa IRIS sacamos perfiles de los espectros. Primero, con los comandos L_ADD y L_PLOT medimos las posiciones de la línea de argón y la de neón sin campo; con estos datos determinamos la dispersión del instrumento (pixels/angstrom).

Luego, con la función SLICE, extraemos el mejor perfil posible de los espectros afectados por el efecto Zeeman. Medimos en pixels las posiciones de las líneas componentes. Observamos cuántas líneas hay, y si están o no igualmente espaciadas. Usando la dispersión ya conocida, calculamos los $\Delta\lambda$.

Comparamos cualitativamente los tres espectros. Dibujamos los niveles de energía inicial y final de la transición, con los subniveles generados por el campo. Dibujamos todas las transiciones posibles y sus energías. En el efecto Zeeman normal hay solo una línea " π ", pero ahora hay más; ¿Cuántas y cuáles son? ¿Por qué?

¿Cuánto es la diferencia ΔE entre subniveles del nivel superior? ¿Y cuánto es en el nivel inferior? Calculamos el factor de Landé para cada uno de los dos niveles. La fórmula teórica sencilla del factor de Landé no es aplicable en este caso, porque ella asume determinado esquema de acople de los momentos angulares de los electrones ("acople LS"), mientras que el neón usa un esquema diferente (y tiene valores semienteros de ℓ).

Ayuda:

El nivel superior tiene energía E_1 y se divide en subniveles separados una diferencia "a". Eso hace que las energías de los subniveles sean

$$E_1 + m_J a \quad (m_J = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3...)$$

El nivel inferior tiene energía E_2 y se divide en subniveles separados una diferencia "b". Eso hace que las energías de los subniveles sean

$$E_2 + m_J' b \quad (m_J' = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3...)$$

Las diferencias de energía (léase: líneas espectrales, longitudes de onda) serán:

$$\text{Si } \Delta m_J = 0, \text{ entonces } \Delta E = E_1 - E_2 + m_J(a-b)$$

$$\text{Si } \Delta m_J = +1, \text{ entonces } \Delta E = E_1 - E_2 + m_J(a-b) - b$$

$$\text{Si } \Delta m_J = -1, \text{ entonces } \Delta E = E_1 - E_2 + m_J(a-b) + b$$