

Carga específica del electrón - e/m

Alejandro Hernández A.* and Daniel Sánchez M.†

*Departamento de Física
Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia.*

(Dated: 20 de agosto de 2015)

En este documento explicamos la propuesto de Proyecto Final para el curso de Laboratorio Intermedio. Con la intención de profundizar un poco más en la práctica realizada de Espectros Atómicos, queremos estudiar la estructura fina del espectro de diversos elementos. Particularmente, queremos verificar que la separación entre las "sublíneas" del espectro es: $(Z\alpha)^2$ con Z el número atómico y $\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c}$ la constante de estructura fina.

Conceptos clave: Espectro atómico, .

I. OBJETIVOS.

- Establecer un protocolo para facilitar la medición de la separación de las líneas en los espectros de emisión de elementos ligeros.
- Encontrar una relación matemática entre la separación entre las líneas espectrales y el número atómico del elemento.

II. MARCO TEÓRICO

La estructura fina del espectro atómico describe el splitting de las líneas espectrales de los átomos debido al spin del electrón y a correcciones relativistas a la ecuación de Schrödinger.

Dado lo anterior, las diversas líneas del espectro atómico predicho por el modelo de Bohr están compuestas, a su vez, por líneas muy cercanas entre sí. Precisamente, la relación entre la separación L entre estas líneas y el número atómico Z viene dada por:

$$L \propto (Z\alpha)^2 \quad (1)$$

Donde α es comúnmente aludida como la constante de estructura fina. Dicha constante está dada por:

$$\alpha = \frac{e^2}{4\pi\epsilon_0\hbar c} \approx \frac{1}{137} \quad (2)$$

Por otro lado, la técnica a utilizarse para medir los espectros de emisión será la espectroscopía de alta resolución. El principal elemento es el espectrómetro. Este está compuesto por una serie de espejos y una rejilla de difracción que concentran la luz en una cámara. A esta se le ajusta el tiempo de exposición para obtener diferentes calidades en las tomas. Los elementos estudiados se almacenan en un tubo espectral, a este se le hace pasar una corriente que excita los electrones y provocan el espectro de emisión.

III. MONTAJE EXPERIMENTAL

A. Equipo

El principal instrumento de medición es el espectrómetro. Para una mayor confiabilidad en los datos se utilizará el espectralógrafo de alta precisión *ESPARTACO* ubicado en el observatorio de La Universidad de los Andes.

B. Procedimiento

El experimento está dividido en dos partes: *i)* encontrar un método fácil y reproducible de observar la estructura fina y *ii)* confirmar que la relación entre separación de las sublíneas y el número atómico está dado por la ecuación (1).

En primer lugar, se probarán diferentes tiempos de exposición del espectralógrafo con los espectros y así se determinará el mejor rango.

En segundo lugar, se utilizarán diferentes tubos espectrales de diversos elementos y así se determinarán cuáles entregan los resultados más confiables. Para este punto se tendrá en cuenta que, para ciertos elementos, las sublíneas están muy juntas y es difícil medir su separación, o en otros están muy separadas y se llegan a confundir con otras líneas principales. De igual manera, hay elementos cuyos espectros poseen demasiadas líneas que son muy ténues y es difícil apreciarlas aún utilizando a *ESPARTACO*.

C. Relación entre Z y espaciamiento

Finalmente, de obtener las imágenes de los espectros de emisión se utilizará un programa de procesamiento de imágenes (IRIS) para analizarlos. Dentro de este programa se pueden examinar los máximos y mínimos de

intensidad, que serían las líneas y los vacíos respectivamente, y así poder medir la distancia entre líneas. Este proceso se repetirá para los distintos átomos utilizados.

IV. CRONOGRAMA

Teniendo en cuenta la disponibilidad del espectrómetro mencionado previamente, el cronograma propuesto se muestra a continuación

TABLE I: Voltaje y corriente para.

Semana de Clase	Actividad
Semana 10	Aprender a usar el espectrómetro ESPARTACO y escoger los gases a observar por medio del mismo.
Semana 11	Hacer mediciones con diversos tiempos de exposición, corriente suministrada en los tubos espectrales y diversas líneas, con el fin de determinar condiciones óptimas de medición.
Semana 12	Medir el espectro de los gases seleccionados.
Semana 13	Analizar los datos con un programa de análisis de imágenes.
Semana 14	Hacer el informe de los datos obtenidos.
Semana 15	Realizar la exposición oral de los resultados.

V. RESULTADOS ESPERADOS

Se espera que en efecto se pueda apreciar, con suficiente exactitud, la estructura fina de diversos átomos, además de verificar el comportamiento del espaciamiento entre las líneas.

Además, queremos justificar matemáticamente la ecuación 1 y explicar de la mejor manera posible el origen físico de dichas sublíneas en el espectro atómico.

Cabe aclarar que este proyecto está pensado como la continuación del proyecto de Diego Ramírez y José Acosta del semestre pasado para la misma clase, y se espera que la etapa inicial de aprender a usar el espectrómetro y el programa de análisis de imágenes sea lo suficientemente rápida con el fin de avanzar mucho más de los que lo hicieron dichos estudiantes.

* Electronic address: a.hernandez105@uniandes.edu.co

† Electronic address: d.sanches462@uniandes.edu.co

¹ R. Eisberg, *Quantum Physics of Atoms, Molecules, Solids, Nuclei and Particles* John Wiley & Sons, USA, 1985.

² Tipler, Paul A., *Physics for scientists and engineers*. W.H. Freeman, 4 Edición, 1999.

³ Taylor, J.R., *An Introduction to Error Analysis*. University Science Books, Sausalito, California. 2nd edition, 1982.

⁴ Phywe. Specific Charge of the Electron $-e/m$. 5.1.02-00