

Efecto Compton

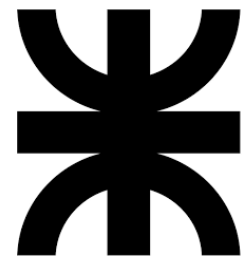
■ Autores:

- Valentino Rao - Leg. 402308
- Ignacio Ismael Perea - Leg. 406265
- Manuel Leon Parfait - Leg. 406599
- Gonzalo Filsinger - Leg. 400460
- Agustín Coronel - Leg. 402010
- Marcos Raúl Gatica - Leg. 402006
- Santiago Pannunzio - Leg. 402350

■ Curso: 2R1.

■ Asignatura: Física electrónica.

■ Institución: Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional de Córdoba



U
T
N

F
R
C

Índice

1. INTRODUCCIÓN

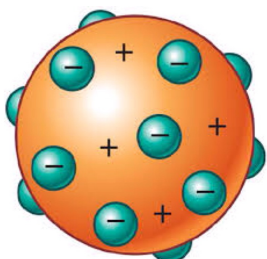
El siguiente informe busca detallar las prácticas de laboratorio para determinar:

- El valor de la mayor longitud de onda de la serie de Paschen.
- La longitud de onda de la línea espectral correspondiente a la transición del hidrógeno de estado $n = 6 \rightarrow 3$.
- Longitud de onda de un fotón emitido por un átomo de hidrógeno al pasar de estado 10 al fundamental.
- Energía para extraer un electrón del átomo de hidrógeno en el estado $n = 2$.
- Diferencia de potencial necesaria para acelerar los electrones para que emita la primera línea de la serie de Balmer.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Modelo atómico de Thomson

El modelo consiste en una masa de carga positiva sobre el cual quedan inmersas cargas negativas [ver figura a continuación]. Las demostraciones que fundamentaban este modelo del átomo no eran del todo adecuados debido al uso de los instrumentos de medición que se usaba.



2.2. La excitación atómica

Se sabe de dos mecanismos fundamentales capaces de excitar a un átomo:

- Provocando una interacción del átomo con otra partícula de tal forma que parte de la energía cinética sea absorbida por el átomo (como un choque o que un electrón pase cerca del núcleo atómico).
- Cuando un átomo recibe luz en cantidad suficiente para excitarlo.

Esto se asocia a darle energía de manera externa al átomo para que uno de sus electrones salte a un nivel de energía más alto (estado excitado). En ese punto, el átomo se vuelve inestable y buscará liberar la energía absorbida (haciéndolo en forma de fotones) para regresar a su estado más estable. El o los fotones emitidos producen una línea espectral característica de la energía emitida (base de espectros de emisión).

2.3. Espectros atómicos

Consiste en el análisis de la longitud de onda de una fuente luminosa. Hay cuatro tipos de clases de espectros:

- Continuos de emisión.
- De líneas de emisión.
- Continuos de absorción.

IV. De líneas de absorción.

I - Continuos de emisión

Es aquel que ocurre en sólidos a altas temperaturas, como un filamento de tungsteno o wolframio de una lámpara eléctrica.



II - De líneas de emisión

Se produce por descargas eléctricas en vapor de gas a altas temperaturas. Los espectros de emisión se caracterizan por tener líneas claras sobre un fondo oscuro.



III - Continuos de absorción Ocurre al hacer pasar un espectro continuo de emisión a través de un material de estado líquido o sólido. Se puede ver una franja con colores faltantes, aquellos que fueron absorbidos por el material en cuestión.



IV - De líneas de absorción Ocurre cuando la luz pasa por un gas o vapor, el cual absorbe algunas de las energías incidentes.

2.4. Series espectrales

Son un conjunto matemático que determinan el valor de las longitudes de onda presentes en un espectro atómico.

Series espectrales del hidrógeno

Antes de la formulación de un modelo atómico robusto, los científicos determinaron experimentalmente un conjunto de series espectrales:

Nota: para todos los casos, R es la constante de Rydberg y es igual a $1,097,10^7 \frac{1}{m}$

- **Serie de Lyman:** funciona para la emisión ultra violeta del hidrógeno, o sea, a altas frecuencias.

$$\frac{1}{\lambda} = R(1 - \frac{1}{n^2}) \quad [n = 2, 3, 4, \dots]$$

- **Serie de Balmer:** funciona para la emisión en el espectro visible.

$$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}) \quad [n = 3, 4, 5, \dots]$$

- **Serie de Paschen:** funciona para la emisión ultra violeta del hidrógeno a altas frecuencias.

$$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}) \quad [n = 4, 5, 6, \dots]$$

- **Serie de Brackett:** funciona para la emisión infrarroja, en bajas frecuencias.

$$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}) \quad [n = 5, 6, 7, \dots]$$

- **Serie de Pfund:** funciona para la emisión infrarroja.

$$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}) \quad [n = 6, 7, 8, \dots]$$

3. Experiencia de laboratorio

En el laboratorio hicimos una aproximación al efecto Compton, en el cual se observa la dispersión de fotones al chocar con un electrón. Para ello, se utilizaron los siguientes materiales:

- Pastilla radiactiva de Bario-133.
- Pastilla radiactiva de Cadmio-109.
- Pastilla radiactiva de Cesio-137.
- Pastilla radiactiva de Cobalto-57.
- Pastilla radiactiva de Cobalto-60.
- Pastilla radiactiva de Manganeso-54.
- Pastilla radiactiva de Sodio-22.
- Pastilla radiactiva de Zinc-65.
- Detector de Geiger.
- Difusor de Plomo.
- Cilindro de Aluminio.
- Disco de Aluminio.
- 2 Discos de Plomo.
- Base de hierro.

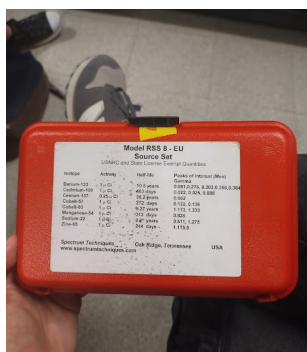


Figura 1: Pastillas radioactivas

En el efecto Compton cuando un material, en este caso las 8 pastillas radiactivas, emiten fotones, estos pueden ser dispersados por un electrón. La dispersión de los fotones se puede observar en un detector de Geiger, el cual se encarga de medir la cantidad de fotones que llegan a él, esto es posible ya que sabemos de manera matemática que este efecto se describe por la siguiente fórmula:

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos(\theta)) \quad (1)$$

Donde λ es la longitud de onda del fotón incidente, λ' es la longitud de onda del fotón dispersado, h es la constante de Planck, m_e es la masa del electrón, c es la velocidad de la luz y θ es el ángulo de dispersión, la fracción: $h \cdot (m_e \cdot c)^{-1}$ es conocida como longitud de onda de Compton, esta es una constante que vale $2,43 \cdot 10^{-12} \text{ m}$ o $0,0243 \text{ \AA}$ y se representa como λ_c . Entonces la fórmula (1) se puede reescribir como:

$$\lambda' - \lambda = \lambda_c \cdot (1 - \cos(\theta)) \quad (2)$$

En el laboratorio hicimos una aproximación al efecto Compton, donde usamos 6 configuraciones en la que variamos como organizamos los discos de plomo y aluminio, el cilindro de plomo y aluminio. En cada configuración se midió la cantidad de fotones que llegaban al detector de Geiger cada 5 minutos.

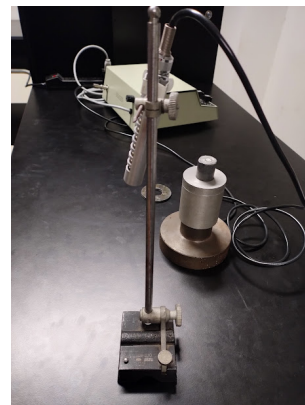


Figura 2: Montaje experimental

3.1. Mediciones

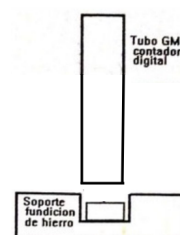
A continuación se presentan los resultados obtenidos en el laboratorio:

Tabla 1: Resultados de la experiencia de laboratorio

NºIntentos	Voltaje (V)	Tiempo (s)	Radiación (CPM)
1	1000	300	130
2	1000	300	134
3	1000	300	140
4	1000	300	124
5	1000	300	122
6	1000	300	132

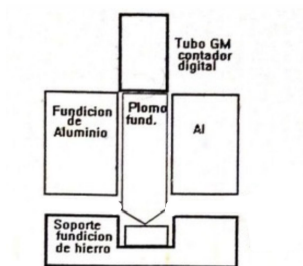
En la tabla 1 se observa la cantidad de fotones que llegaron al detector de Geiger en cada intento, vamos a detallar estos resultados:

La configuración en el primer intento era de solo la base con las pastillas adentro y el contador, el resultado de 130 CPM se debe a que la base de hierro no es un material que pueda dispersar los fotones, por lo que la cantidad de fotones que llegaron al detector fue la misma que la cantidad de fotones emitidos por las pastillas.



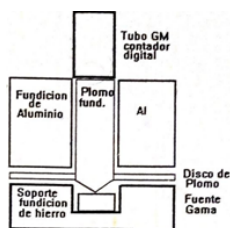
Configuración 1

En el segundo intento se colocó el difusor de plomo en la base de hierro y un cilindro de aluminio, el resultado de 134 CPM se debe a que el difusor de plomo es un material que puede dispersar los fotones, el aluminio absorbe estos fotones y se produce el efecto Compton, por eso la cantidad de fotones que llegaron al detector fue ligeramente mayor que en el primer intento, además que en el primer intento no se midió 5 minutos exactos si no que se midió un minuto y se multiplicó por 5.



Configuración 2

En el tercer intento se colocó el difusor de plomo en la base de hierro y un disco de plomo debajo del cilindro de aluminio, el resultado de 140 CPM se debe a que el plomo es un material que puede dispersar los fotones, el aluminio absorbe estos fotones y se produce el efecto Compton, por eso la cantidad de fotones que llegaron al detector fue mayor que en el segundo intento.



Configuración 3

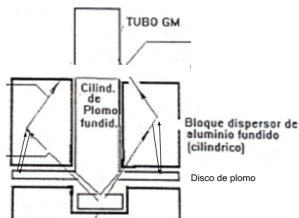
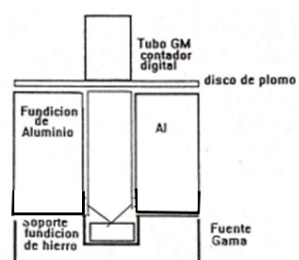


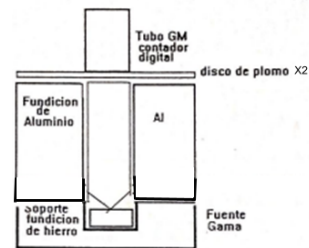
Diagrama de rayos

En el cuarto intento se colocó el difusor de plomo en la base de hierro y un disco de plomo arriba del cilindro de aluminio, el resultado de 124 CPM concuerda con lo que decimos en la teoría, el difusor de plomo absorbe los fotones en su dirección y deja escapar algunos debido a su geometría, luego el aluminio absorbe estos fotones, pero al tener un disco de plomo arriba del aluminio, este absorbe los fotones que el aluminio no pudo absorber, por eso la cantidad de fotones que llegaron al detector fue menor que en el tercer intento.



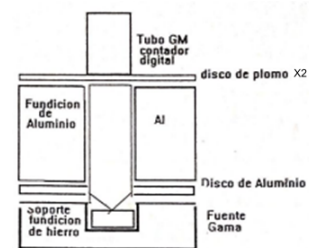
Configuración 4

En el quinto intento se colocó el difusor de plomo en la base de hierro y dos discos de plomo arriba del cilindro de aluminio, el resultado de 122 CPM concuerda con la configuración anterior, al tener otro disco de plomo arriba del aluminio, este absorbe los fotones que el aluminio no pudo absorber, por eso la cantidad de fotones que llegaron al detector fue menor que en el cuarto intento.



Configuración 5

En el sexto intento se colocó el difusor de plomo en la base de hierro, dos discos de plomo arriba del cilindro de aluminio y otro disco (grueso) de aluminio debajo del cilindro de aluminio, el resultado de 132 CPM se debe a que los fotones que no absorbe el difusor de hierro, son absorbidos por el aluminio, pero al tener un disco de aluminio debajo del cilindro de aluminio, se produce más efecto Compton, que no puede ser absorbido en su totalidad por los discos de plomo, por eso la cantidad de fotones que llegaron al detector fue mayor que en el quinto intento.



Configuración 6

4. CONCLUSIONES

En la experiencia de laboratorio se pudo observar el efecto Compton, en el cual se observa la dispersión de fotones al chocar con un electrón. Se pudo observar que la cantidad de fotones que llegaron al detector de Geiger fue mayor en las configuraciones en las que se utilizó plomo, ya que este material es capaz de dispersar los fotones, mientras que el aluminio absorbe estos fotones y se produce el efecto Compton.