

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR

FÍSICA CALOR Y ONDAS

GRUPO 1

Informe de Laboratorio No. VIII

EFECTO COMPTON

Verificación de la pérdida de energía de los fotones dispersados

Mauro González, T00067622

German De Armas Castaño, T00068765

Angel Vega Rodriguez, T00068186

Juan Jose Osorio Ariza, T00067316

Jorge Alberto Rueda Salgado, T00068722

Revisado Por

Duban Andres Paternina Verona

26 de noviembre de 2023

1. Introducción

El efecto Compton, descubierto por el físico estadounidense A.H. Compton en 1923 [1], marcó un hito fundamental en la comprensión de la naturaleza corpuscular de los rayos X. Este fenómeno, que involucra la dispersión de fotones por electrones, evidencia un cambio en la longitud de onda de la radiación dispersada. La práctica experimental busca verificar cuantitativamente el efecto Compton utilizando radiación gamma y analizar sus implicaciones en términos de conservación de energía y cantidad de movimiento.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Verificar experimentalmente el efecto Compton mediante la observación cuantitativa de la dispersión de fotones gamma por un material dispersante, analizando la variación en la energía y longitud de onda de la radiación dispersada en función del ángulo de dispersión.

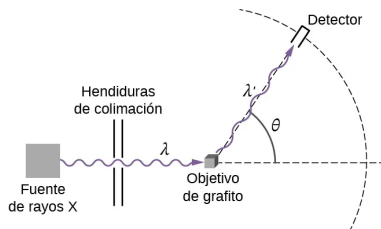
2.2. Objetivos específicos

- ▷ Determinar el rango de energías para el espectro de rayos X y rayos gamma, y comprender el fenómeno del efecto Compton.
- ▷ Derivar las expresiones (6) y (7) a partir de la formulación relativista de la conservación de energía y cantidad de movimiento.

- ▷ Calcular la longitud de onda de Compton para un electron y analizar por que el efecto Compton evidencia la naturaleza corpuscular de la radiación.

3. Marco Teórico

3.1. Efecto Compton [2]



El efecto Compton es el término utilizado para un resultado inusual observado cuando los rayos X se dispersan en algunos materiales. Según la teoría clásica, cuando una onda electromagnética se dispersa de los átomos, se espera que la longitud de onda de la radiación dispersada sea la misma que la de la radiación incidente. En contra de esta predicción de la física clásica, las observaciones muestran que cuando los rayos X se dispersan en algunos materiales, como el grafito, los rayos X dispersados tienen longitudes de onda diferentes de las de los rayos X incidentes. Este fenómeno clásicamente inexplicable fue estudiado experimentalmente por Arthur H. Compton y sus colaboradores, y Compton dio su explicación en 1923.

Para explicar el desplazamiento de las longitudes de onda medido en el experimento, Compton utilizó la idea de Einstein de la luz como partícula. El efecto Compton ocupa un lugar muy importante en la historia de la física porque demuestra que la radiación electromagnética no puede explicarse como un fenómeno puramente ondulatorio. La explicación

del efecto Compton proporcionó un argumento convincente a la comunidad física de que las ondas electromagnéticas pueden comportarse en efecto como una corriente de fotones, lo que situó el concepto de fotón en una base sólida.

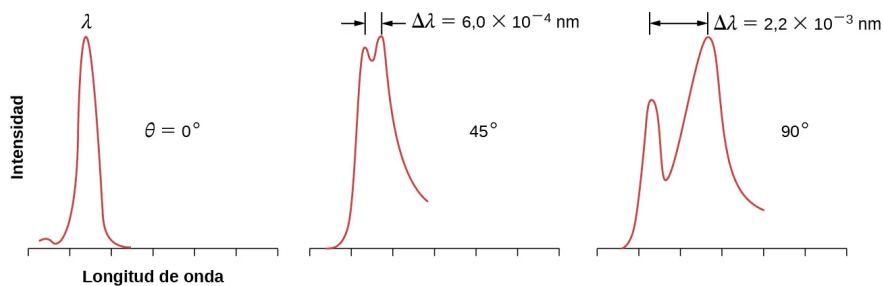
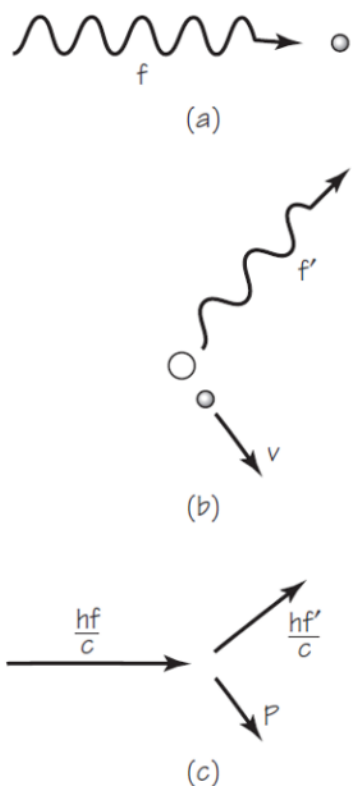


Figura 3.1

3.2. Pérdida de energía de un fotón [3]

Arthur Compton calculó cuánta energía debería perder un fotón en una colisión con un átomo si el momento del fotón fuese $\frac{h}{\lambda}$. Llegó a la conclusión de que el cambio en la energía es demasiado pequeño como para poder observar el efecto mecánico de un fotón en algo tan grande comparativamente como un átomo completo. Pero si un fotón golpeara un electrón, que tiene una masa significativamente más pequeña, el fotón debería transferir una cantidad significativa de energía al electrón.



En 1923, Compton pudo demostrar que los rayos

X se comportan de hecho como corpúsculos con momento lineal $p = \frac{h}{\lambda}$ cuando chocan con electrones. Compton midió la longitud de onda (o la frecuencia) de los rayos X incidentes y una vez dispersados y, de esta manera, pudo determinar el cambio en el momento lineal del fotón de rayos X. Al medir por separado el momento lineal del electrón tras la dispersión, pudo verificar que $p = \frac{h}{\lambda}$ utilizando la ley de conservación del momento.

4. Montaje Experimental

- Sensor-CASSY
- CASSY Lab 2
- Unidad MCA
- Preparado mixto α , β , γ
- Equipo para efecto Compton
- Preparado de Cs-137, 3,7 MBq
- Contador de centelleo
- Etapa de salida de detector
- Fuente de alimentación de alta tensión 1,5 kV
- PC con Windows XP/Vista/7

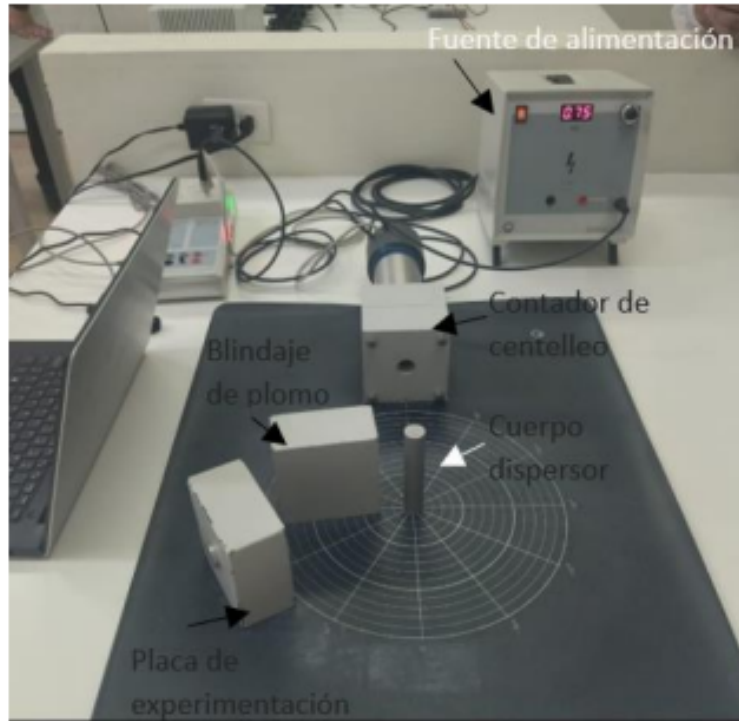


Figura 4.1

5. Datos Experimentales

Grados	Energía Dispersada (<i>keV</i>)
0	656,38
30	541,21
60	382,97
90	286,16
120	214,92

6. Análisis de datos

6.1.

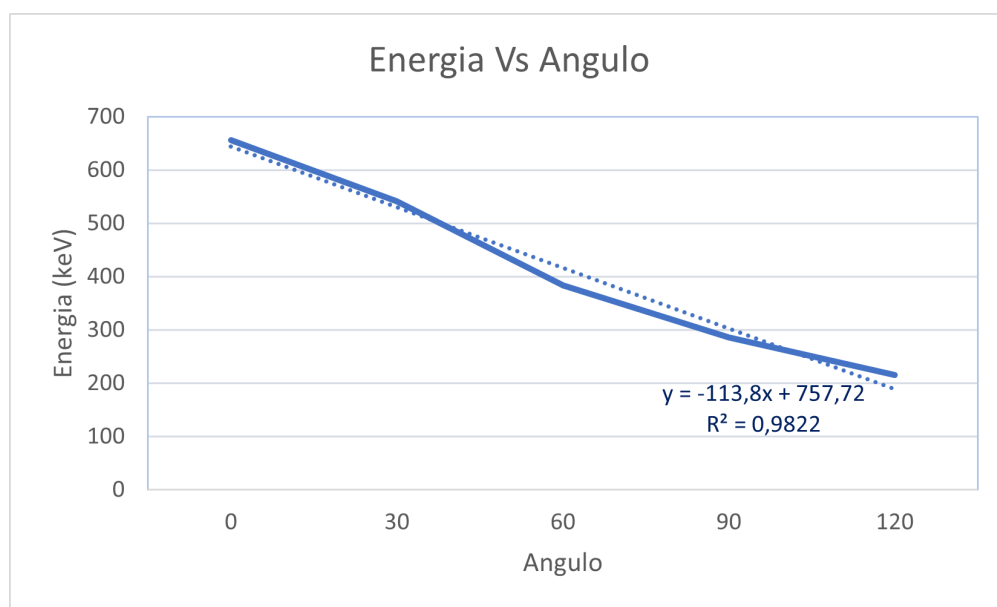


Figura 6.1

Energía Promedio: 416,328

Utilizando la formula,

$$E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E}$$

$$\lambda = 2,9796 \times 10^{-12}m$$

6.2.

Utilizando la formula,

$$E_2 = \frac{E_1}{1 + \frac{E_1}{m_0 \cdot c^2} \cdot (1 - \cos(\theta))} \quad (1)$$

Angulo	Energía de los fotones dispersados (<i>eV</i>)
0	$6,56 \times 10^5$
30	$6,11 \times 10^{-13}$
60	$1,64 \times 10^{-13}$
90	$8,19 \times 10^{-14}$
120	$5,46 \times 10^{-14}$

6.3.

Con base en los datos de energía de los fotones dispersados, se puede concluir que la ecuación para el efecto Compton se cumple. Esto se sustenta en el hecho de que los valores calculados mediante la ecuación (1) están dentro del rango teórico esperado de la misma.

6.4.

Grados	$\Delta\lambda$ (m)
0	0
30	$3,25367 \times 10^{-13}$
60	$1,21429 \times 10^{-12}$
90	$2,42857 \times 10^{-12}$
120	$3,64286 \times 10^{-12}$

6.5.

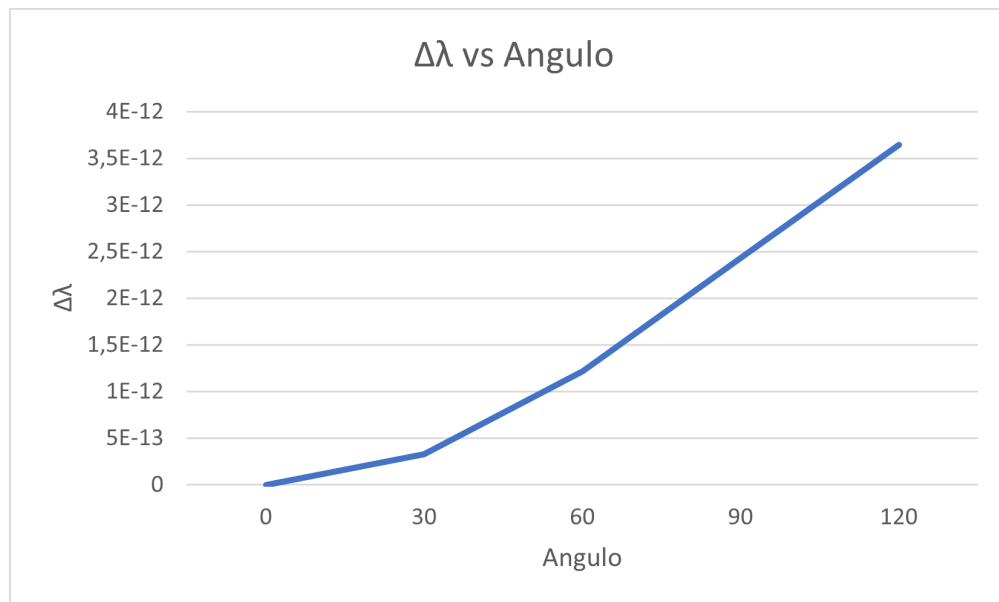


Figura 6.2

6.6.

La función que mas se ajusta a la gráfica es,

$$y = 9 \times 10^{-13}x - 1 \times 10^{-12}$$

6.7.

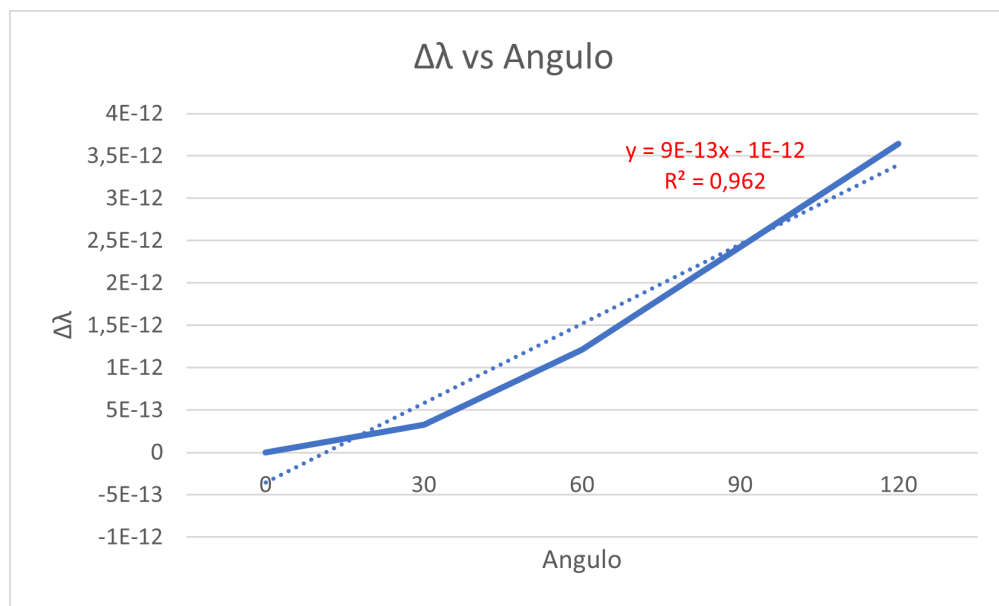


Figura 6.3

6.8.

Grados	(%)
0	0
30	$9,87 \times 10^{01}$
60	$9,77 \times 10^{01}$
90	$9,70 \times 10^{01}$
120	$9,66 \times 10^{01}$

7. Conclusiones

La practica experimental confirmo la validez del efecto Compton, demostrando la variación en la energía y longitud de onda de la radiación gamma dispersada. Los cálculos experimentales respaldaron las expresiones teóricas, proporcionando una verificación cuantitativa del fenómeno. La relación entre el cambio en la longitud de onda y el angulo de dispersion se ajusto a la formulación teórica, permitiendo la determinación precisa de la Longitud de Onda Compton para el electron. Estos resultados contribuyen a fortalecer la comprensión de la naturaleza cuántica de la radiación electromagnética.

Referencias

- [1] *El efecto Compton*. URL: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/compton/Compton.htm>.
- [2] William Moebs. *6.3 El efecto Compton - Física universitaria volumen 3 — OpenStax*. Nov. de 2021. URL: <https://openstax.org/books/f%C3%ADsica-universitaria-volumen-3/pages/6-3-el-efecto-compton>.
- [3] César Tomé. *El comportamiento corpuscular de la luz: el efecto Compton*. es. Dic. de 2019. URL: <https://culturacientifica.com/2019/12/17/el-comportamiento-corpuscular-de-la-luz-el-efecto-compton/>.