

Física Experimental IV

Práctica IX

Determinación de c por aniquilación de pares $e^+ e^-$

Funes, Gustavo
Giordano, Leandro
Gulich, Damían
Sotuyo, Sara

Departamento de Física – Facultad de Ciencias Exactas – UNLP

Sinopsis

En el siguiente informe se detalla la experiencia para determinar la velocidad de la luz mediante radiación de eliminación de pares electrón positrón.

Introducción

Continuando con el estudio de la radiación de altas energías, se utilizará una muestra radioactiva de sodio, el cual emite un positrón en su primer etapa de descomposición; éste chocará con un electrón liberando dos rayos gamma de 511 keV en direcciones opuestas. Aprovechando este fenómeno, se colocará una muestra de ^{22}Na entre dos detectores, y se analizará la respuesta en función de la posición de la muestra con respecto a ellos.

Procedimiento Experimental

Se coloca la muestra de sodio entre los dos detectores en posiciones bien definidas; cada detector está conectado a un discriminador mediante la salida de ánodo. El discriminador posee dos niveles de discriminación, y se utiliza para filtrar radiación Compton de baja energía y un pico de radiación de 1274 keV que es característico del sodio 22 (ver Figura 1). Para calibrar el discriminador se conecta la salida de ánodo a un canal del osciloscopio y la salida del discriminador al otro canal. De esta forma es posible ajustar los niveles de discriminación observando la gráfica en el osciloscopio. Cada vez que el discriminador recibe un pulso de 511 keV, lo registra y transforma en un pulso lógico, que llega al contador temporal (TAC), el cual envía un pulso cuya amplitud es proporcional a la diferencia de tiempo. Finalmente se envía la salida del TAC a un multicanal en donde se recopilan todos los datos. Como el TAC cuenta el tiempo entre las dos señales posee una entrada Start (inicio) y otra entrada Stop (alto), en donde se conectan las dos ramas del equipo que son idénticas, salvo por un retardo que se conecta a la rama del Stop, de esta forma se asegura que la señal del Stop no llegue antes que la señal del Start. Para calibrar el equipo se utiliza un calibrador electrónico que envía pulsos de tiempo conocidos al TAC, de esta forma se conoce el tiempo por cada canal.

Conociendo las respuestas del equipo con respecto a la posición de la muestra se grafica posición Vs. Tiempo y se obtiene una recta cuya pendiente es c .

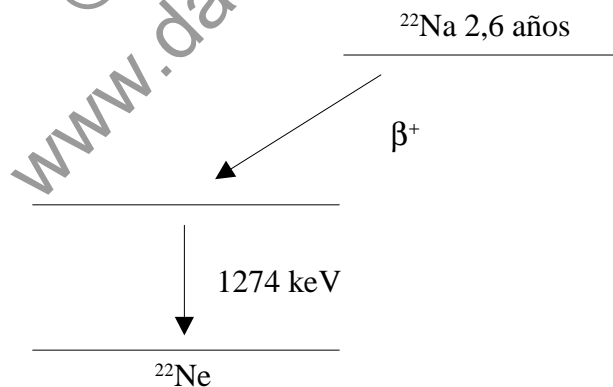


Figura 1: Esquema del decaimiento del ^{22}Na

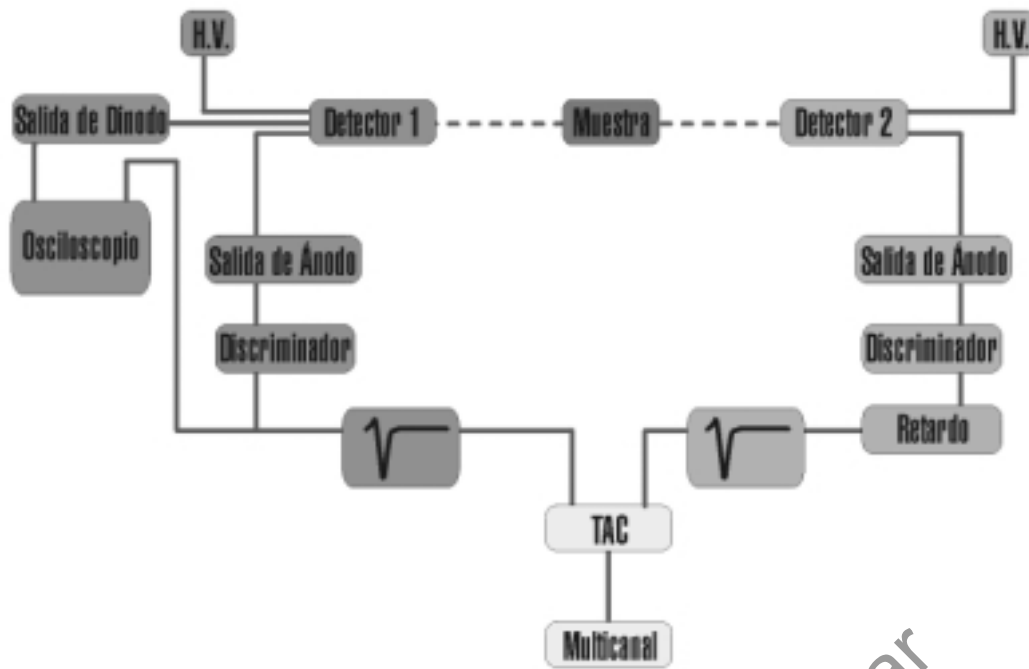


Figura 2: Esquema del sistema utilizado en el experimento

La distancia total entre los dos detectores es llamada d ; x es la distancia de la fuente al fotomultiplicador que va al START, e y la distancia de la fuente al fotomultiplicador que va al STOP. Por lo tanto, $d=x+y$.

Sea T_x el tiempo que tarda la señal de un fotón en llegar al START, y T_y el tiempo que tarda en llegar al STOP; luego:

$$T_x = \frac{x}{c}$$

$$T_y = \frac{y}{c} + A$$

siendo A el retraso producido por el retardo.

Si llamamos $\Delta T = T_y - T_x$ entonces:

$$\Delta T = \frac{y}{c} + A - \frac{x}{c}$$

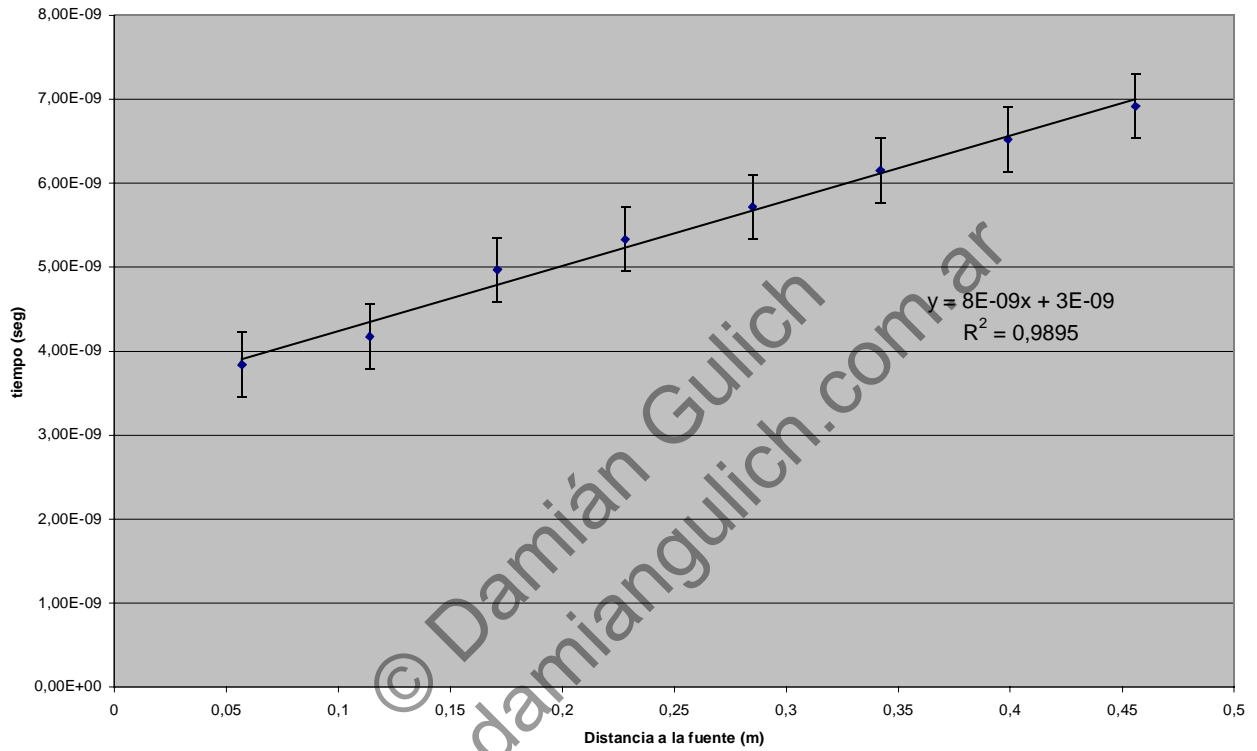
Sumando y restando x/c se tiene

$$\Delta T = \frac{d}{c} + A - 2 \cdot \frac{x}{c}$$

$$\Delta T = k - 2 \cdot \frac{x}{c} \quad \text{siendo} \quad k = \frac{d}{c} + A$$

Para obtener la velocidad de la luz, se ajusta una recta a un gráfico de ΔT en función de x .

Velocidad de la luz



Resultados

Datos: $\Delta\xi = 5,7$ cm
1 Ch= 23,92344 ps

Posición(Δx)	Respuesta(Ch)	Δx (m)	Δt (seg)
1	289,12	0,456	6,9167E-09
2	272,56	0,399	6,5206E-09
3	257,13	0,342	6,1514E-09
4	238,87	0,285	5,7146E-09
5	222,85	0,228	5,3313E-09
6	207,72	0,171	4,9694E-09
7	174,55	0,114	4,1758E-09
8	160,52	0,057	3,8402E-09

Pendiente 1,27E+08

$c = 2,55E+08$

Discusión

Se observa que la diferencia de tiempo aumenta al aumentar la distancia, como era de esperarse.

Para encontrar el valor de c se utilizaron dos métodos, uno gráfico y otro analítico. Los resultados que se muestran son los del método analítico, dado que por el método gráfico se obtuvieron resultados similares, aunque el error en el método gráfico resultó mayor: 17% contra 15% del método analítico. De todas maneras, el resultado obtenido resultó menor que c .

Conclusiones

Concluimos que el método de *diferencia de fase* es más eficiente que el presente para determinar la velocidad de la luz.

<http://www.damiangulich.com.ar>