

Experimento de Michelson-Morley

Jhon Fredy González

February 20, 2025

1 Introducción

1) El applet comienza con la idea clásica de un éter en reposo en un espacio absoluto con un tiempo absoluto. El laboratorio se mueve horizontalmente respecto al éter con una velocidad v en porcentaje de la velocidad de la luz. Es rotatable en el ángulo θ (en sentido horario).

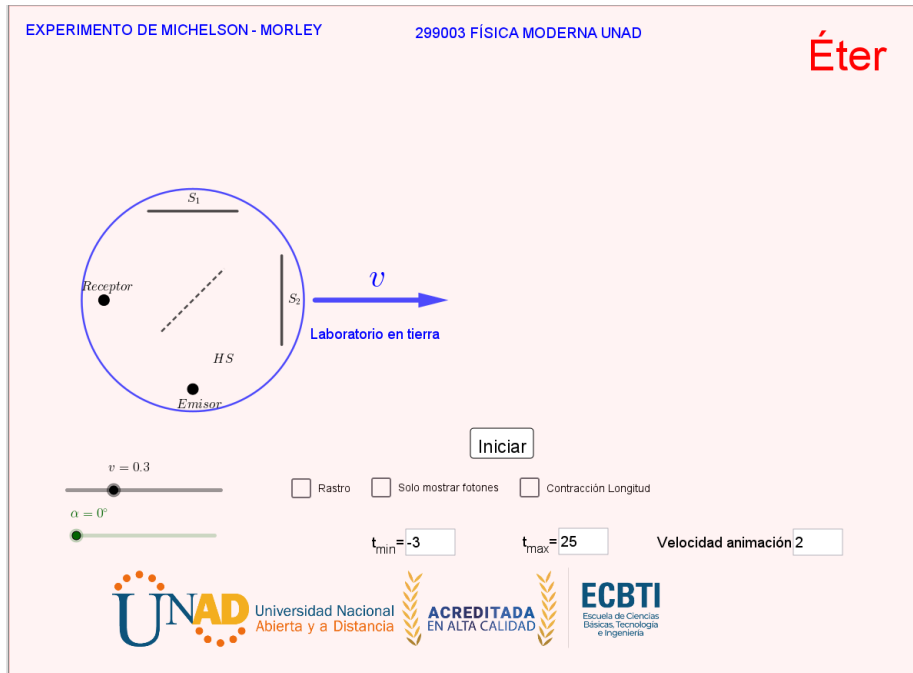


Figure 1: Enter Caption

En el momento $t = 0$, dos fotones salen de la fuente, tomando diferentes caminos hacia los espejos M_1 y M_2 . Si la velocidad v del laboratorio respecto al éter es mayor que cero, ambos fotones (para $\theta = 45^\circ$) tienen diferentes tiempos

de recorrido. El fotón que se mueve horizontalmente debe alcanzar primero el espejo a la derecha, de modo que se mueve (para $\theta = 0$) con la velocidad $c - v$ respecto al laboratorio. En el camino hacia la izquierda, el espejo semitransparente se mueve hacia él, y la velocidad respecto al laboratorio se convierte en $c + v$. Esto da la impresión de que su velocidad en el éter ha cambiado. Esta ilusión óptica puede ser superada con la opción ¡Solo mostrar fotones!. La opción ¡Rastro! facilita el seguimiento del camino de los fotones en el éter. Al rotar el experimento en contra de la dirección de vuelo de la Tierra por el ángulo θ , se producen diferentes diferencias de tiempo de recorrido. Por lo tanto, debería haberse observado un cambio en el patrón de interferencia (en caso de la existencia de un éter en reposo), pero como se sabe, esto no se observó.

2 Paso 2: Cálculo del tiempo de diferencia con el éter

2) Al seleccionar la opción ¡Contracción de longitud!, la vista cambia inicialmente al ¡sistema en movimiento no contraído! con la coordenada de tiempo t .

EXPERIMENTO DE MICHELSON - MORLEY

299003 FÍSICA MODERNA UNAD

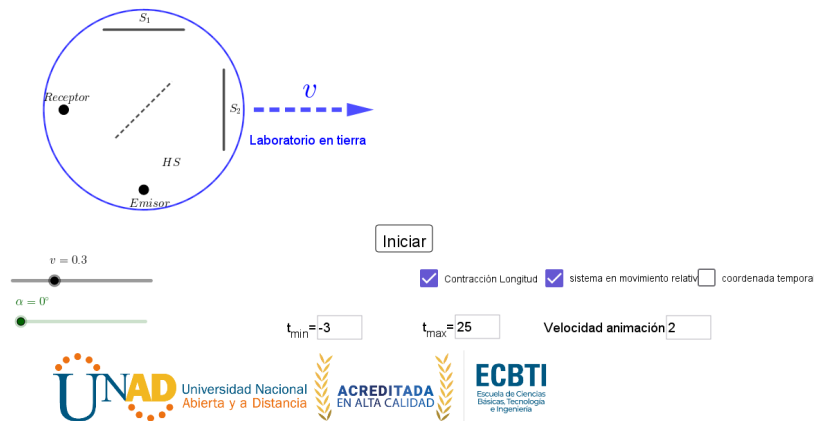


Figure 2: Enter Caption

Esta vista corresponde a la elección de $v = 0$ en el modelo de éter anterior. Nuevamente, en $t = 0$, dos fotones salen de la fuente. Independientemente del ángulo θ , tienen las mismas longitudes de camino en el interferómetro y la diferencia de tiempo de recorrido es siempre cero. Al activar la ¡coordenada de

tiempo, se registran los momentos de inicio y detección de ambos fotones. Los relojes en la fuente y en el detector están sincronizados. Esto se indica mediante un color verde en ambos durante el tiempo de vuelo de los fotones. La fuente y el detector se vuelven simultáneamente verdes tan pronto como se emiten los fotones, y se vuelven simultáneamente negros cuando se detectan los fotones.

$$\begin{array}{llll}
 \text{EXPERIMENTO DE MICHELSON - MORLEY} & & \text{299003 FÍSICA MODERNA UNAD} & \\
 t = 25 & t_{D1} = 0 & t_{D2} = 16 & \Delta t_D = \Delta t_Q = 16 \\
 & t_{Q1} = 0 & t_{Q2} = 16 & \Delta t_{Ph} = t_{D2} - t_{Q1} = 16
 \end{array}$$

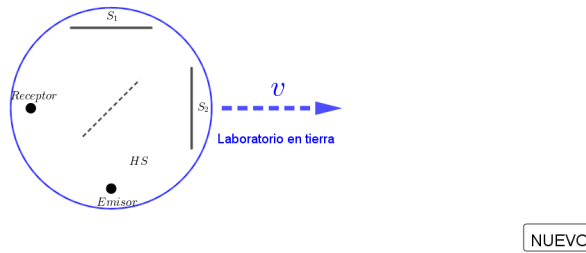


Figure 3: Enter Caption

Esto se menciona nuevamente en el punto (3). Ambos relojes muestran el transcurso de $\Delta t_1 = \Delta t_2 = 16$ unidades de tiempo. Esta es también la duración de vuelo Δt_{flight} de ambos fotones.

3 Paso 3: Patrones de interferencia

3) Al desactivar la opción ¿sistema en movimiento?, la vista cambia a un sistema inercial con la coordenada de tiempo t' , respecto al cual el laboratorio se mueve con la velocidad v . Aquí, la ¿coordenada de tiempo? debe desactivarse inicialmente para concentrarse únicamente en la contracción de longitud en la dirección de vuelo del laboratorio.

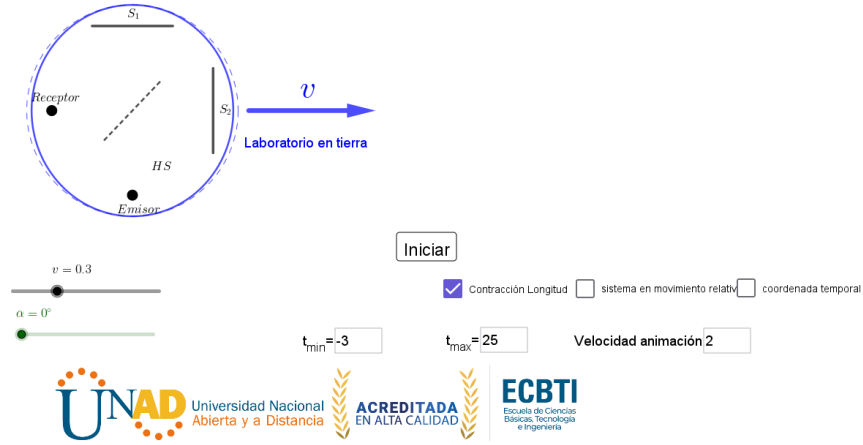


Figure 4: Enter Caption

Debido a ella, los fotones tienen los mismos tiempos de vuelo bajo todos los ángulos θ . Por lo tanto, la diferencia de tiempo de vuelo $\Delta t'$ es igual a cero y no hay cambio en el patrón de interferencia. Al activar la [coordenada de tiempo], se registran los momentos t_{emit} (emisión de los fotones) y t_{detect} (detección de los fotones). La sincronización de los relojes en la fuente y el detector en el sistema en movimiento con la coordenada de tiempo t se ve interrumpida (violación de la simultaneidad). A los momentos t_{emit} y t_{detect} ahora corresponden los momentos t'_{emit} y t'_{detect} . Los eventos correspondientes en M' se indican mediante un color verde "adelantado" del detector o un "retraso" en la descoloración de la fuente.

$$t' = -1.3$$

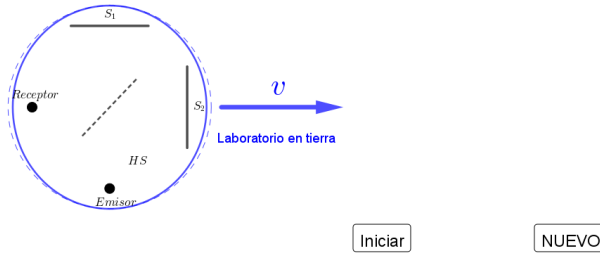


Figure 5: Enter Caption

Para los relojes en la fuente y el detector, se observa la dilatación del tiempo $\Delta t_{detect} = \gamma \cdot \Delta t_{source}$ y $\Delta t_{emit} = \gamma \cdot \Delta t_{emit}$. Sin embargo, esto no se aplica a la duración de vuelo Δt_{flight} de los fotones. De hecho, Δt_{flight} puede ser incluso menor que Δt_{flight} . Esto es cierto, por ejemplo, para los valores preestablecidos $v = 0.3$ y $\theta = 0$.

4 Conclusión

Este experimento proporciona una visión profunda sobre la naturaleza de la luz y el espacio. La falta de un cambio en el patrón de interferencia ha llevado a la conclusión de que no existe un éter en reposo, lo que fue fundamental para el desarrollo de la teoría de la relatividad.