Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito

Experimento de la doble rendija

Ciencias Naturales y Tecnología

Juan Pablo Daza Pereira

Miguel Ángel González Mahecha

Hann Jang

Ingeniería en Sistemas

INTRODUCCIÓN:

Para realizar el experimento, se necesitan materiales como un láser, una hoja de papel, una superficie plana, cinta adhesiva, papel aluminio y un trípode u objeto que sostenga el láser. Se recorta el papel aluminio en forma rectangular con dos cortes en la mitad y se coloca en una superficie plana. Luego se dispara el haz de electrones a través de la rendija y se observa el comportamiento de los fotones.

Para realizar el experimento, se necesitan materiales como un láser, una hoja de papel, una superficie plana, cinta adhesiva, papel aluminio y un trípode u objeto que sostenga el láser. Se recorta el papel aluminio en forma rectangular con dos cortes en la mitad y se coloca en una superficie plana. Luego se dispara el haz de electrones a través de la rendija y se observa el comportamiento de los fotones.

Los objetos que presentan una dualidad pueden comportarse como partículas o fotones según las circunstancias. Por ejemplo, el electrón muestra una dualidad fotón-partícula y puede comportarse como un fotón a pesar de ser considerado una partícula. La presencia de un observador puede afectar su comportamiento y hacer que se comporte como materia al pasar solo por una rendija. Esto significa que el observador se convierte en un actor dentro del experimento. Si no hay observador, se generan líneas que evidencian que solo las centrales serán más visibles que las demás, lo que se llama patrón de interferencia.

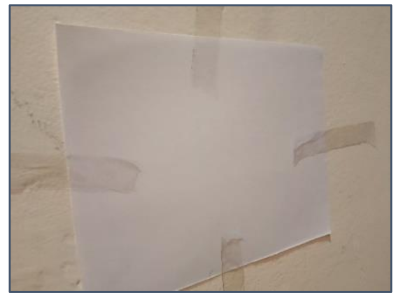
El científico Erwin Schrodinger explica este experimento mediante una entidad matemática, que es un campo que llena el espacio y tiene un valor concreto en cada punto del espacio. Cada punto contiene un número complejo que se llama función de onda, que se representa como una flecha que oscila como una onda. Para conocer su comportamiento se utiliza la ecuación de Schrodinger. Por medio de la siguiente ecuación de Schrodinger podemos ver como se comporta:

$$H(t)|\psi(t)\rangle = i\hbar \frac{d}{dt}|\psi(t)\rangle$$

La ecuación se utiliza para calcular la función de onda y determinar la probabilidad de que un átomo se ubique en un lugar particular.

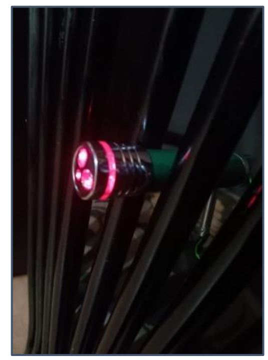
EXPERIMENTO

Materiales:



- Láser
- Pintura negra
- Hoja de papel
- Superficie plana
- Cinta adhesiva
- Papel aluminio
- Soporte de láser

Este experimento implica disparar electrones a través de una rendija rectangular de papel aluminio con dos cortes a la misma distancia para que la dispersión de los electrones sea notoria. Se coloca un pedazo de papel más grande que el de aluminio en una superficie plana para observar mejor el comportamiento de los electrones y se ajusta un láser en una superficie firme.

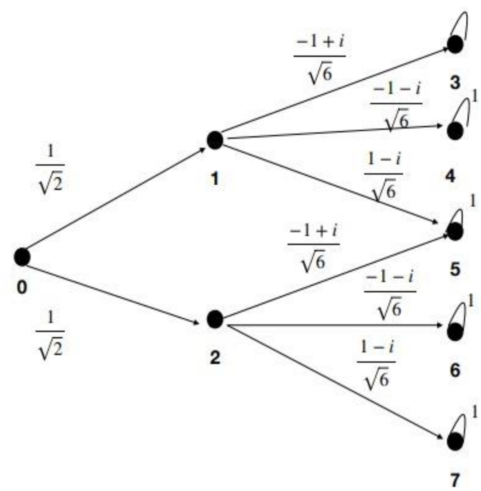


Gracias a este experimento, se puede observar el comportamiento de los fotones al pasar por la doble rendija. Los fotones actúan independientemente, lo que hace que en algunas ocasiones se sumen y en otras se cancelen, creando un patrón de interferencias sin la presencia de un observador. Este comportamiento existe en todo el espacio, pero en algunos lugares su valor es cero, mientras que en otros lugares es más alto, lo que indica una mayor probabilidad de encontrar fotones allí. El patrón de interferencia se genera cuando el fotón infiere consigo mismo.

EXPLICACIÓN DEL SISTEMA:

Para comprender el sistema y el programa en Python, primero describimos el sistema base proporcionado en el libro. Este sistema consta de dos clics, uno llega a la rejilla y el otro al dispositivo de medición. Comenzamos asumiendo una probabilidad del 50% de que el clic pase por la rendija 1 o la rendija 2 y llegue al objeto de medición (3, 4, 5, 6, 7).

Sin embargo, nos centramos en la probabilidad en la rendija y no en la distancia entre las rendijas o en los puntos de medición.



Teniendo en cuenta el sistema que vamos a trabajar, las probabilidades se establecen inicialmente en un 50% para cada rendija (punto 0 a 1 y 2) y se distribuyen en valores del 20% para las direcciones en las que el fotón se dirige (3, 4, 5, 6, 7). Por lo tanto, la matriz que debemos utilizar es la siguiente:

$$M = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-1+i}{\sqrt{6}} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-1-i}{\sqrt{6}} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1-i}{\sqrt{6}} & \frac{-1+i}{\sqrt{6}} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{-1-i}{\sqrt{6}} & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1-i}{\sqrt{6}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Con este conocimiento en mente, podemos proceder a determinar lo que sucede en el sistema después de un número determinado de clics, utilizando la simulación en Python:

Slitmatrix esta función encuentra la matriz de adyacencia elevada a la cantidad de clics.

```python
from math import sqrt
import vectoresprueba as uso


def slitmatrix(matrizadyacente, clic):
    repeticiones = 1
    resultado = matrizadyacente
    while repeticiones < clic:
        resultado = uso.multiplicacionMatrices(resultado, matrizadyacente)
        repeticiones += 1
    return resultado

def slitvector(resultado, posicion):
    vector_repeticion = uso.accion(resultado, posicion)
    return vector_repeticion
def main():
    matrizadyacencia = [[(0,0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0)],
    [(1/sqrt(2),0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0)],
    [(1/sqrt(2),0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0)],
    [(0,0),(-1/sqrt(6),1/sqrt(6)),(0,0),(1,0),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0)],
    [(0,0),(-1/sqrt(6),-1/sqrt(6)),(0,0),(0,0),(1,0),(0,0),(0,0),(0,0)],
    [(0,0),(1/sqrt(6),-1/sqrt(6)),(-1/sqrt(6),1/sqrt(6)),(0,0),(0,0),(1,0),(0,0),(0,0)],
    [(0,0),(0,0),(-1/sqrt(6),-1/sqrt(6)),(0,0),(0,0),(0,0),(1,0),(0,0)],
    [(0,0),(0,0),(1/sqrt(6),-1/sqrt(6)),(0,0),(0,0),(0,0),(0,0),(1,0)]]
    estatus = [[(1,0)],[(0,0)],[(0,0)],[(0,0)],[(0,0)],[(0,0)],[(0,0)],[(0,0)]]

    print(slitmatrix(matrizadyacencia,2))
    print("------")
    print(slitvector(slitmatrix(matrizadyacencia,2),estatus))
main()
```

Slitvector Esta función calcula el vector de estado según la matriz resultante.

Y se obtiene el siguiente resultado:

[[(0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0, 0), (0, 0), (0, 0), (0, 0), (0, 0)], [(0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0)], [(0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0)], [(-0.2886751345948129, 0.2886751345948129), (-0.4082482904638631, 0.4082482904638631), (0.0, 0.0), (1.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0)], [(-0.2886751345948129, -0.2886751345948129), (-0.4082482904638631, -0.4082482904638631), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (1.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0)], [(0.0, 0.0), (0.4082482904638631, -0.4082482904638631), (-0.4082482904638631, 0.4082482904638631), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (1.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0)], [(-0.2886751345948129, -0.2886751345948129), (0.0, 0.0), (-0.4082482904638631, -0.4082482904638631), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (1.0, 0.0), (0.0, 0.0)], [(0.2886751345948129, -0.2886751345948129), (0.0, 0.0), (0.4082482904638631, -0.4082482904638631), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (0.0, 0.0), (1.0, 0.0)]]

Lo cual entenderíamos como la matriz de adyacencia elevada los dos clics

Y la segunda salida:

[[(0.0, 0.0)], [(0.0, 0.0)], [(0.0, 0.0)], [(-0.2886751345948129, 0.2886751345948129)], [(-0.2886751345948129, -0.2886751345948129)], [(0.0, 0.0)], [(-0.2886751345948129, -0.2886751345948129)], [(0.2886751345948129, -0.2886751345948129)]]

Lo cual se comprende como el vector de estado después de dos clics.

Con esto, podemos organizar:

$$:\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{-1+i}{\sqrt{12}} & \frac{-1+i}{\sqrt{6}} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{-1-i}{\sqrt{12}} & \frac{-1-i}{\sqrt{6}} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{-1+i}{\sqrt{6}} & \frac{1-i}{\sqrt{6}} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{-1-i}{\sqrt{12}} & 0 & \frac{-1-i}{\sqrt{6}} & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ \frac{-1+i}{\sqrt{12}} & 0 & \frac{1-i}{\sqrt{6}} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

A partir de la simulación en Python, podemos calcular las probabilidades de que el fotón se encuentre en diferentes posiciones. Para identificar la posición con mayor probabilidad, calculamos el módulo al cuadrado del componente de cada vector posición. De esta manera, las posiciones con mayor probabilidad son aquellas donde es más probable encontrar el fotón debido al fenómeno de superposición de partículas.

CONCLUCIONES:

Con este experimento se demostró que los fotones no colapsan, sino que coexisten en el multiverso de manera independiente. Se observó que en la mitad de las probabilidades, el fotón se dirige hacia un punto, y cuando un evento ocurre de diferentes maneras, se suman las amplitudes de la probabilidad para cada una y posteriormente se calcula su probabilidad para descifrar la posición final del electrón. En el universo, los estados tienen probabilidad, lo que confirma que ésta juega un papel relevante. Además, la masa de los protones y su trayectoria tridimensional permiten evidenciar su existencia al cruzar la rendija y su forma en la pared reflejada durante un breve periodo de tiempo.