

La Física Cuántica a tu alrededor

Sábados en la Ciencia - La Rodadora
21 de Octubre de 2023



Crédito: iStock, agsandrew

La Física Cuántica a tu alrededor

Objetivo

- Se presentan los conceptos básicos de la **Mecánica Cuántica**.
- La Mecánica Cuántica es la base de los dispositivos usados en la **tecnología moderna**.



1.- La luz es una onda electromagnética y está compuesta de paquetitos de energía

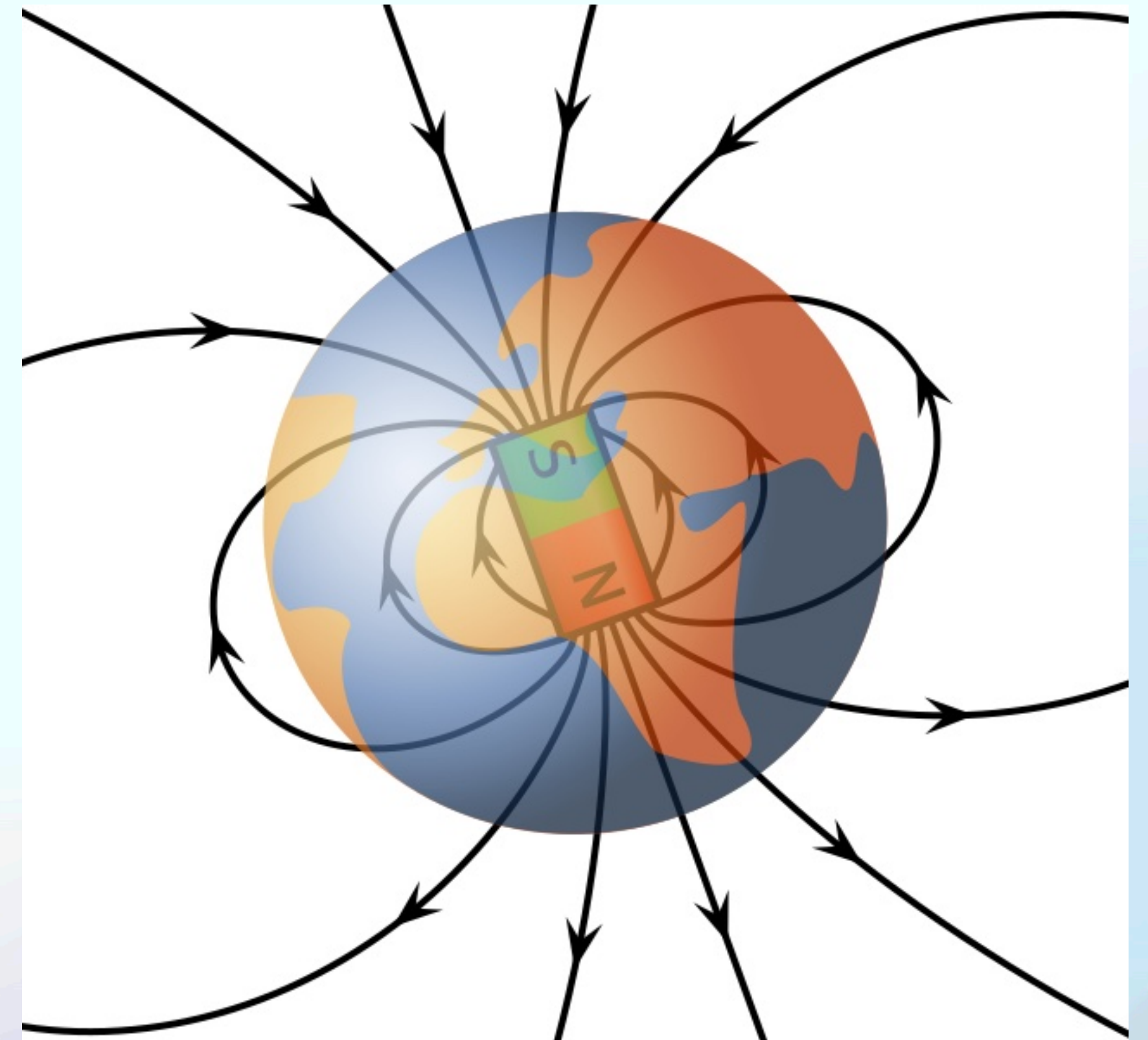
Campo Magnético

El electromagnetismo

- Un imán tiene **polo norte** y **polo sur**.



Imán, CC

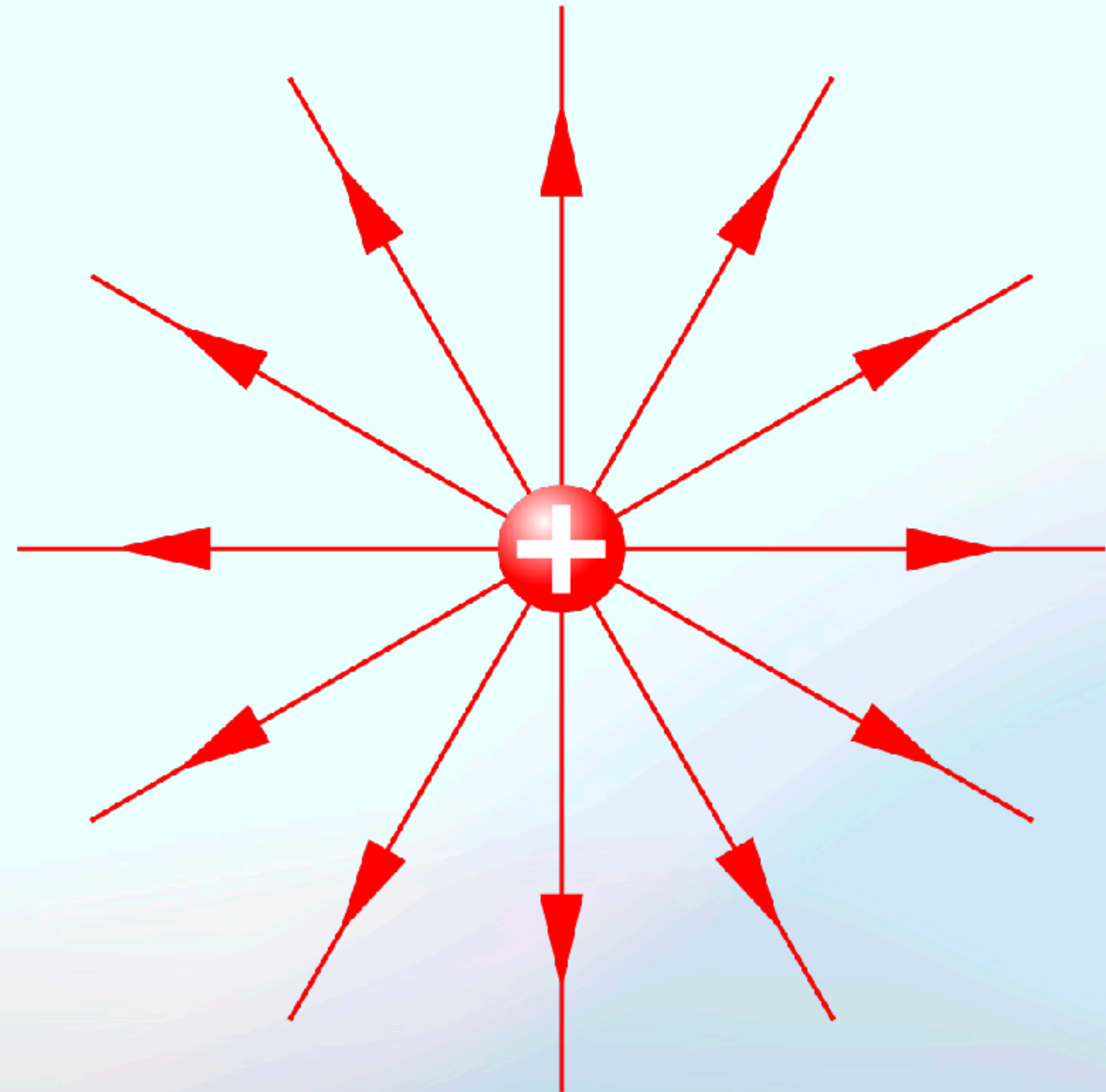


Campo Magnético Terrestre, CC

Campo Eléctrico

El electromagnetismo

- Una carga eléctrica genera un **campo eléctrico** en el espacio.

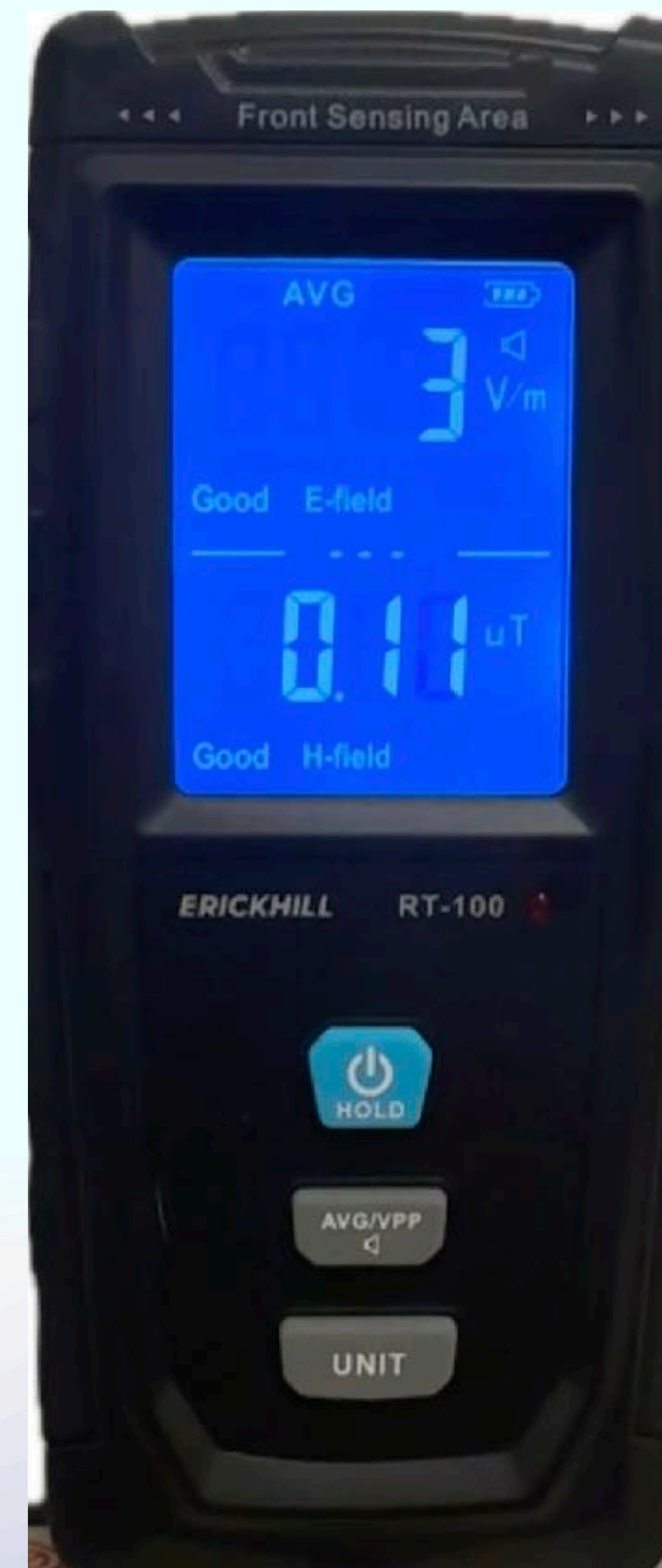


Campo Eléctrico de una Carga Positiva, CC

Detector Electromagnético

El electromagnetismo

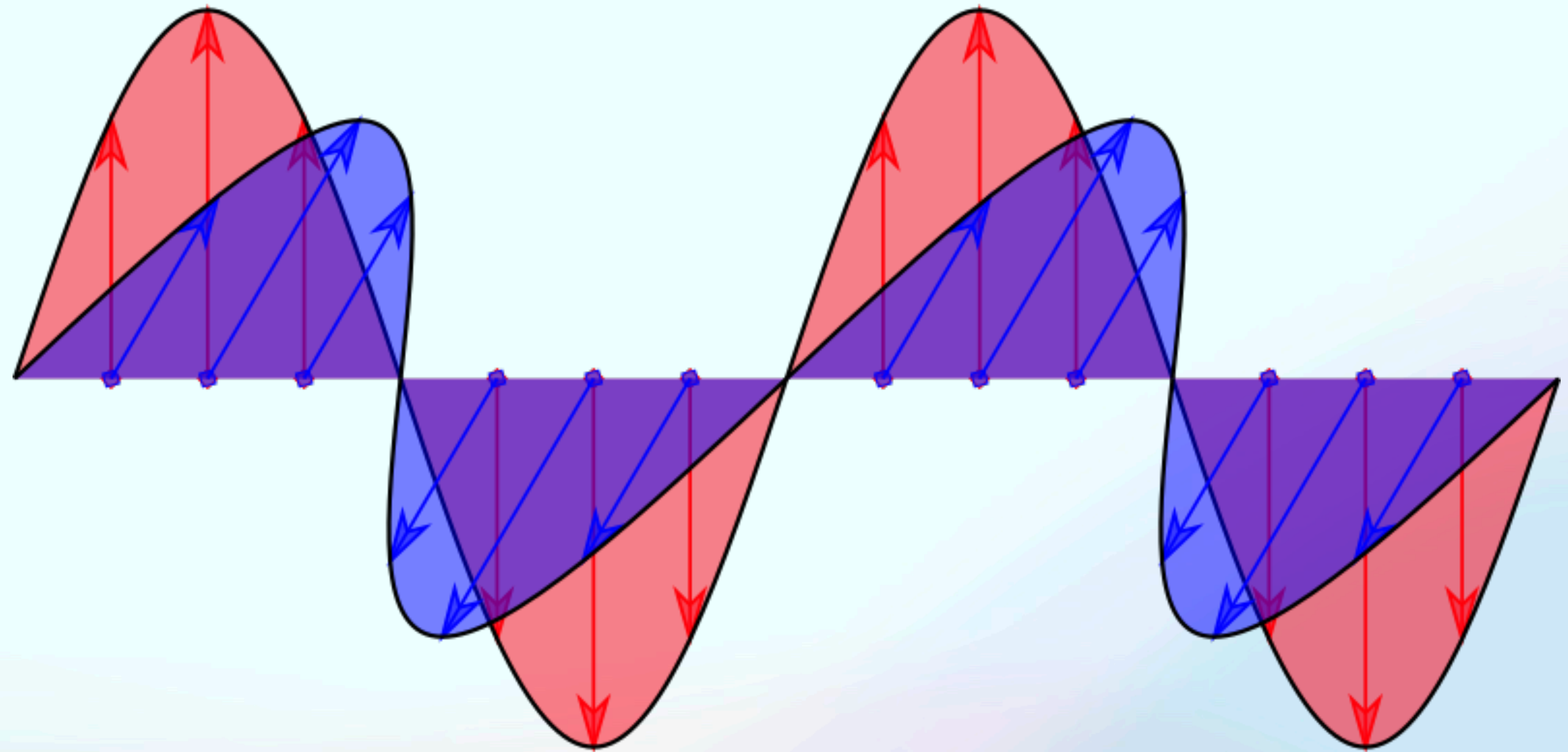
- Podemos medir los **campos eléctricos y magnéticos.**



Ondas Electromagnéticas

La luz es una onda

- Una **onda** es la **oscilación** de los campos eléctricos y magnéticos.

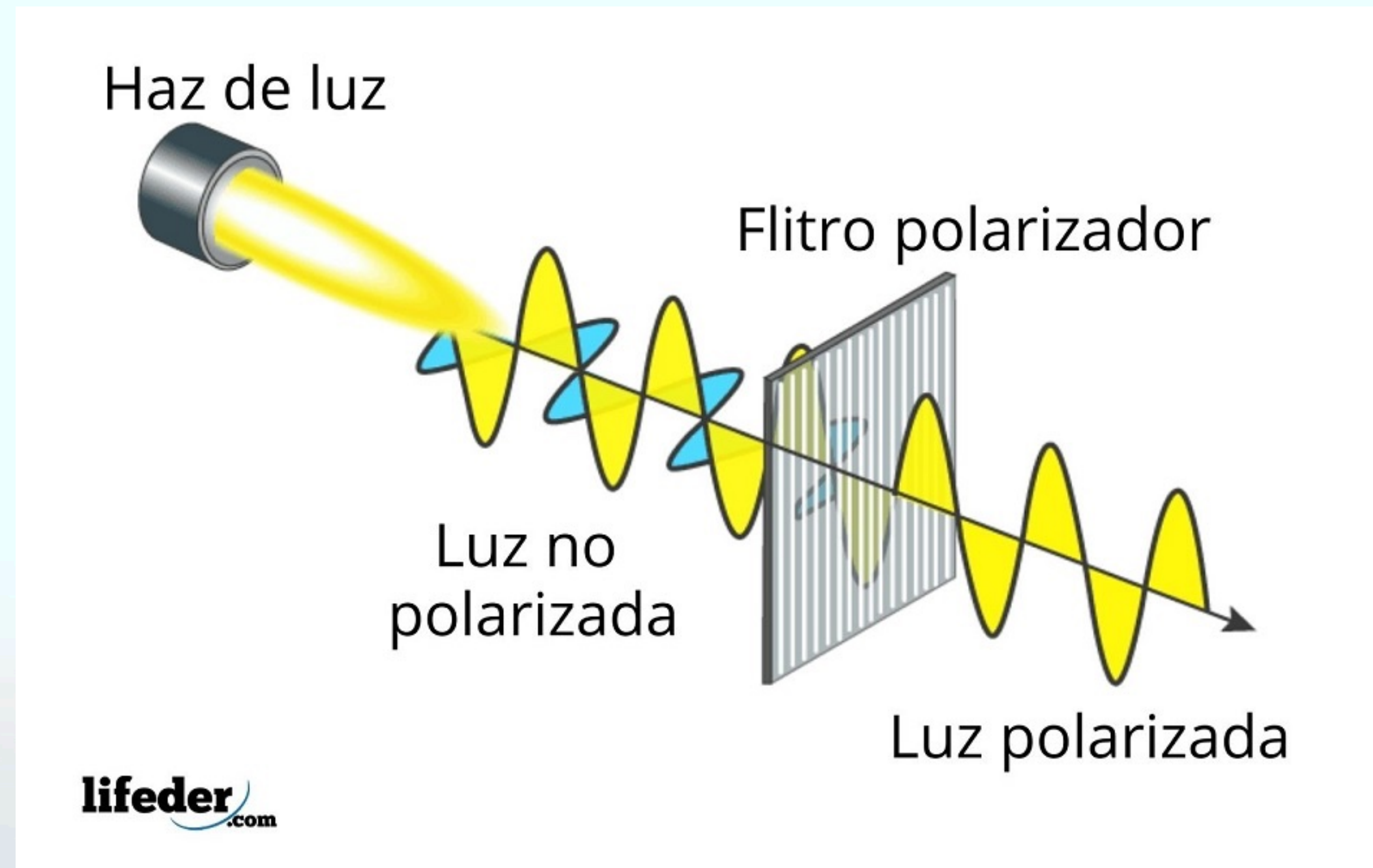


Onda Electromagnética, Openclipart by marcodiego

Polarización de la Luz

Propiedades de las Ondas

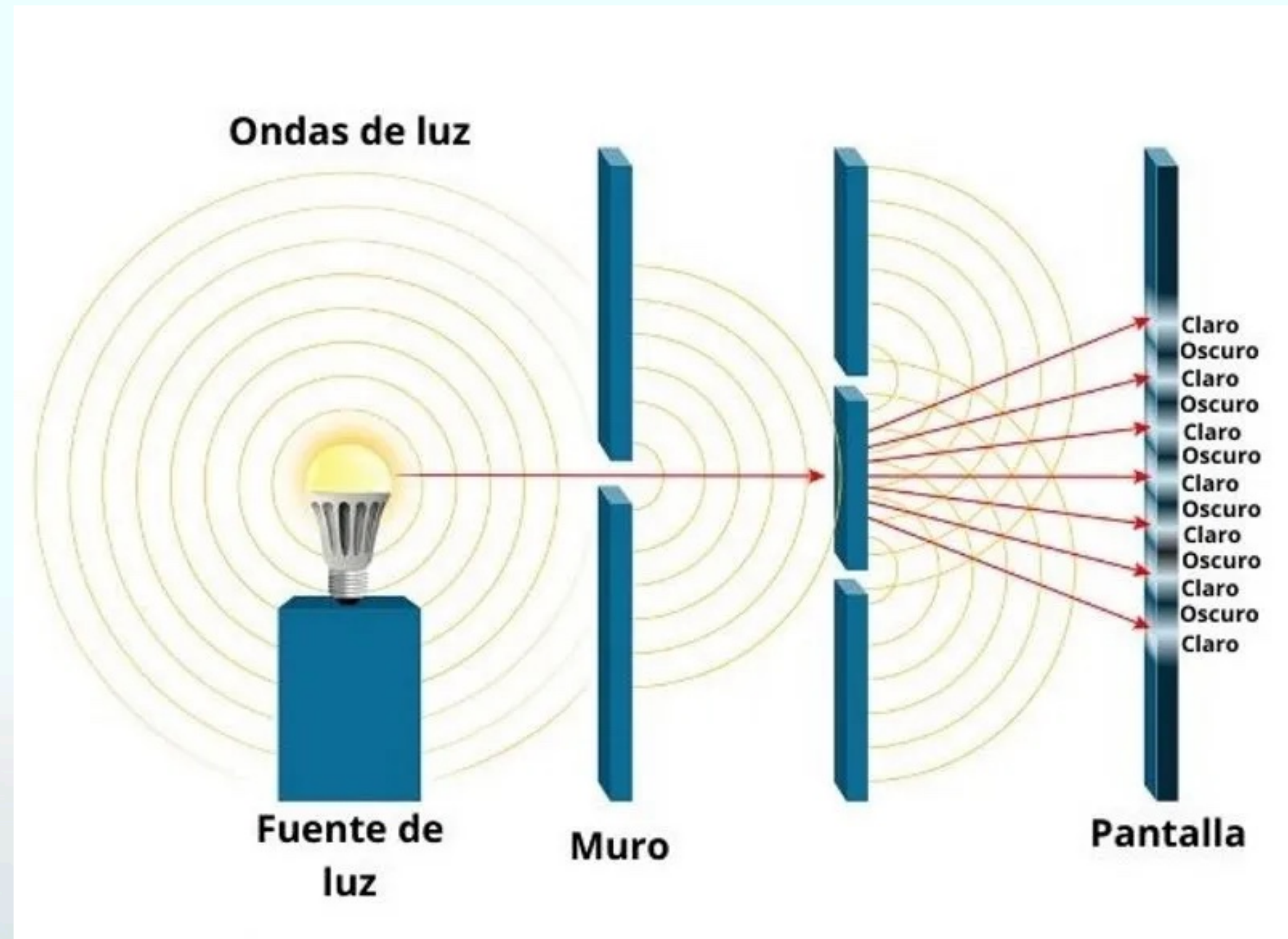
- Las ondas de luz están **polarizadas**.



Interferencia de la Luz

Propiedades de las Ondas

- Las ondas de luz interfieren produciendo **zonas brillantes y oscuras**.



Interferencia de la Luz

Propiedades de las Ondas

- Las ondas de luz interfieren produciendo **zonas brillantes y oscuras.**

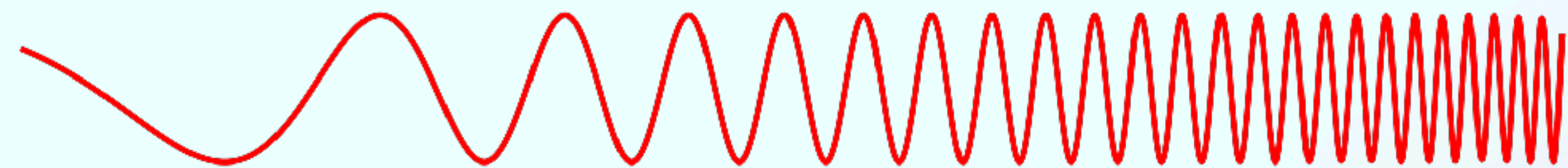
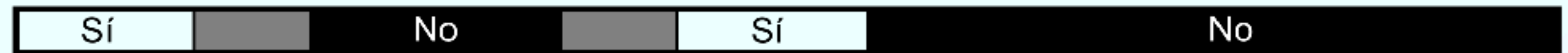


Ondas Electromagnéticas

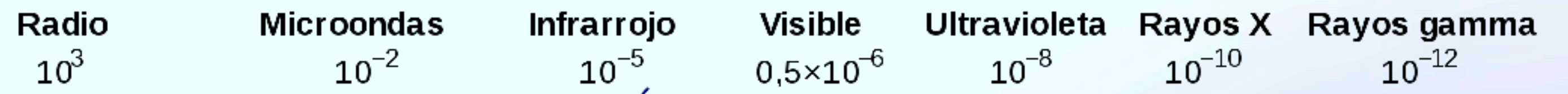
Espectro electromagnético

- Las ondas electromagnéticas tienen distintos valores de **frecuencia**.

¿Penetra la atmósfera terrestre?



Tipo de radiación
Longitud de onda (m)



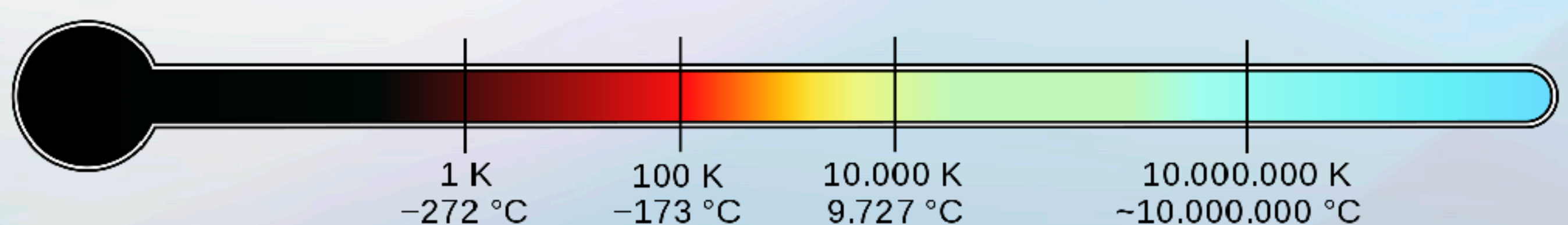
Escala aproximada de la longitud de onda



Frecuencia (Hz)



Temperatura de los objetos en los cuales la radiación con esta longitud de onda es la más intensa



Radiación de Cuerpo Negro

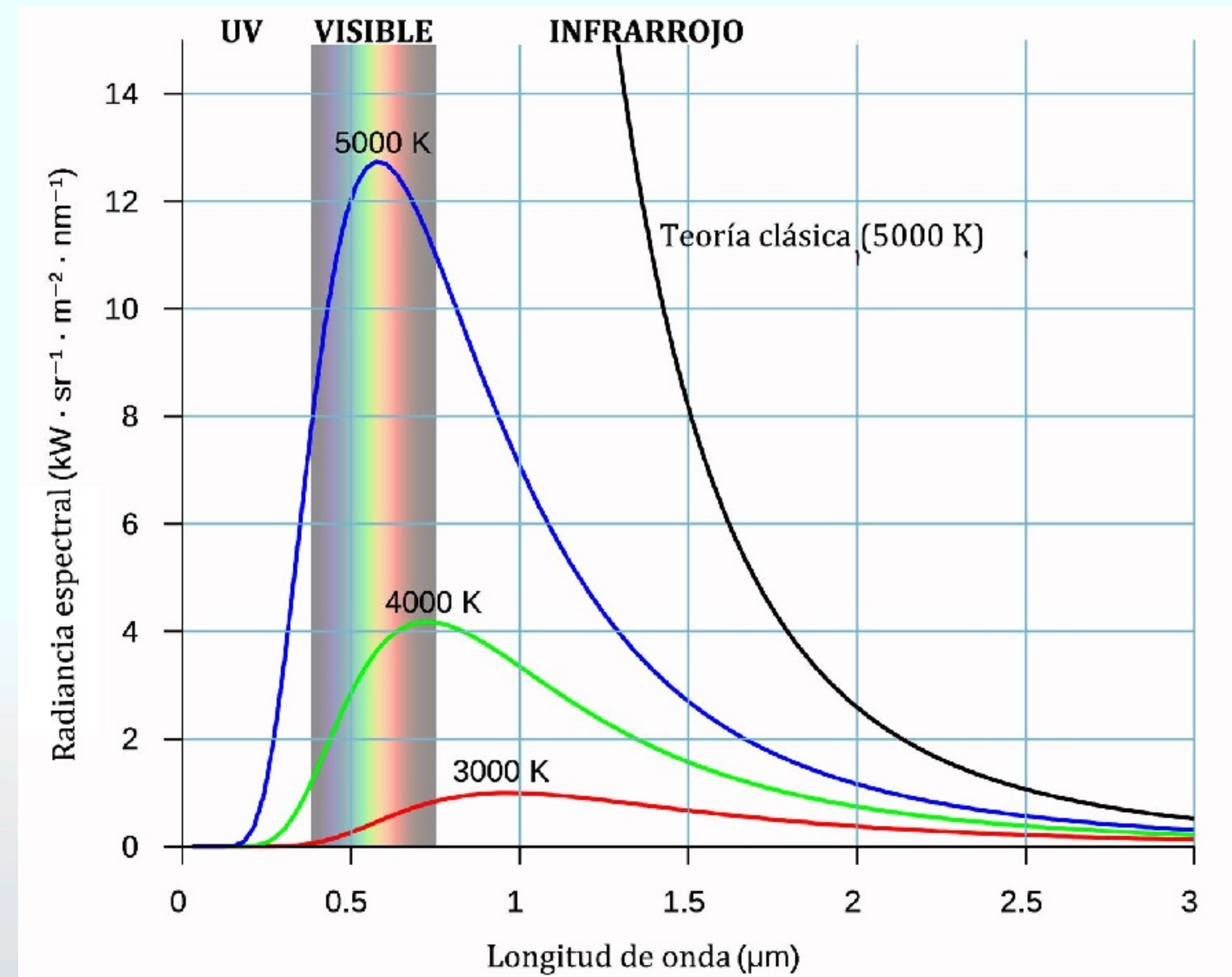
- Los objetos a alta **temperatura** emiten **radiación**.
- **¿Cómo es la radiación emitida?**



Radiación de Cuerpo Negro

Max Planck y la Catástrofe UV

- La **teoría clásica** vs. **resultados experimentales**.



Cuantización de la Energía

Max Planck (1900)

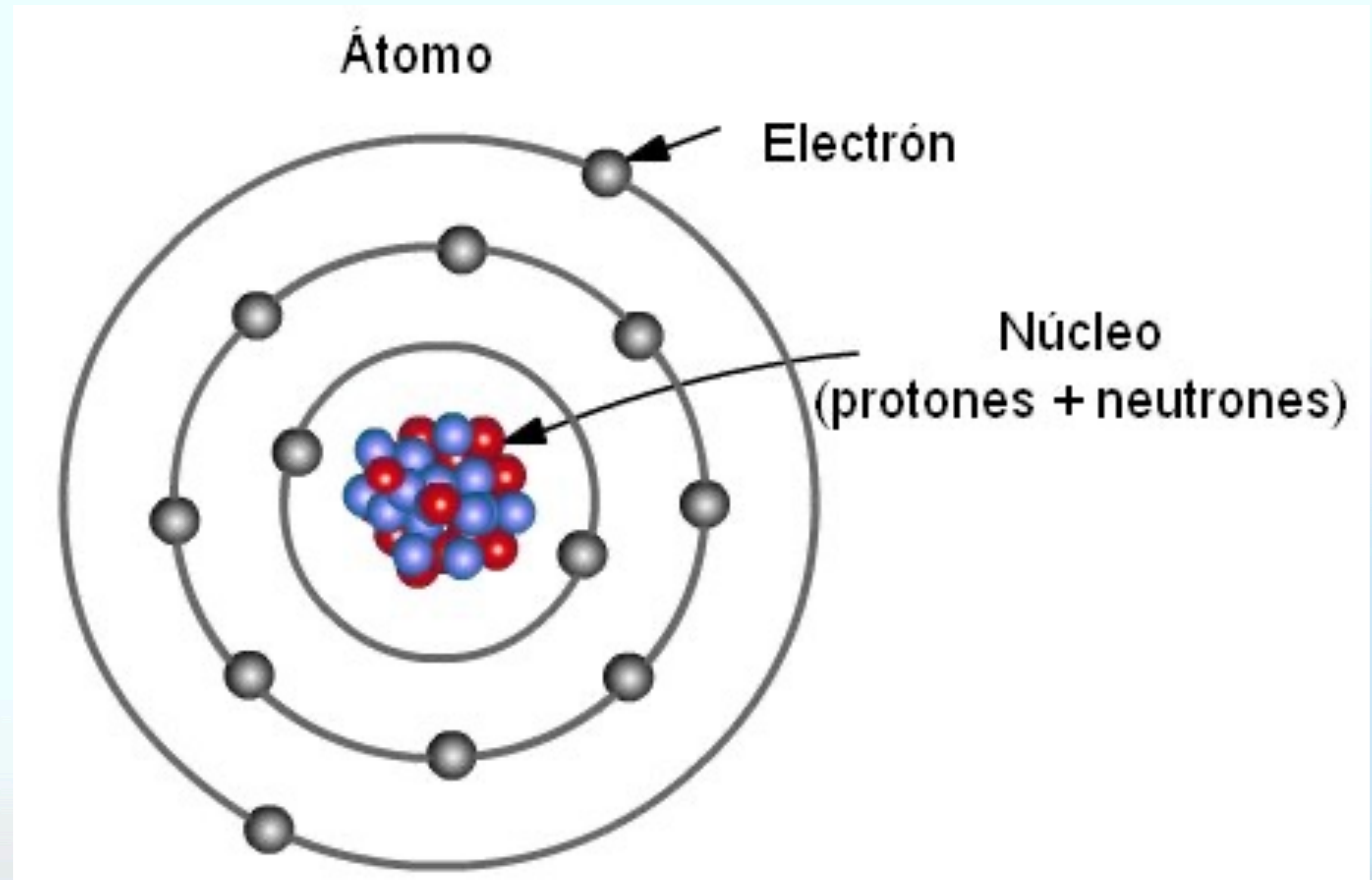
- Los átomos pueden emitir **solo ciertos valores de energía.**
- Un **fotón** es un paquete de energía: **la energía está cuantizada.**
- **La energía del fotón depende de su frecuencia.**
- **Energía = $h \times$ Frecuencia**



Espectro de emisión

El modelo del átomo

- Los **átomos** tienen un núcleo en el centro y electrones al rededor.
- Puede haber **transiciones** entre niveles.
- Modelo de **Niels Bohr**

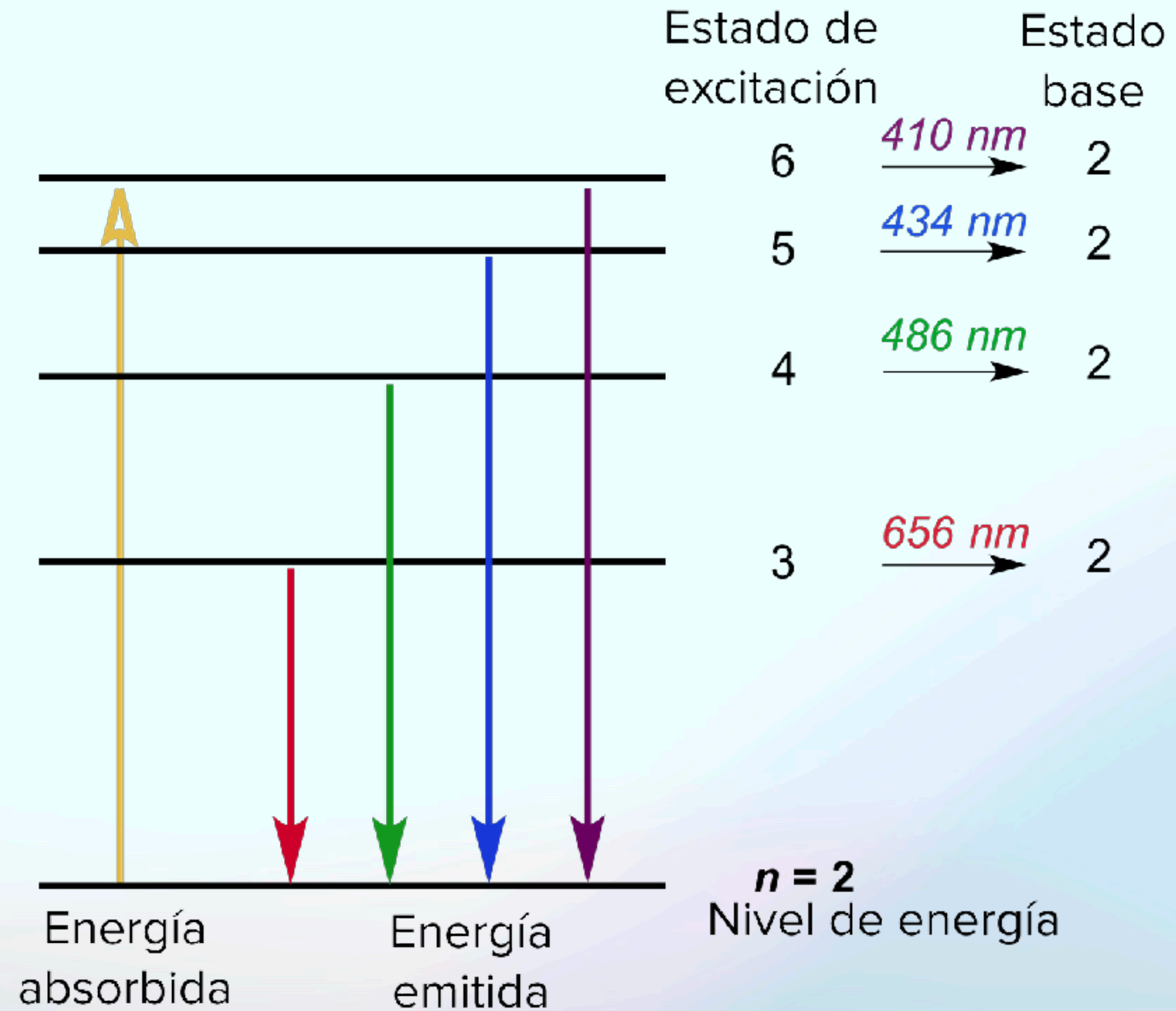


Modelo atómico, CC

Espectro de emisión

Los fotones

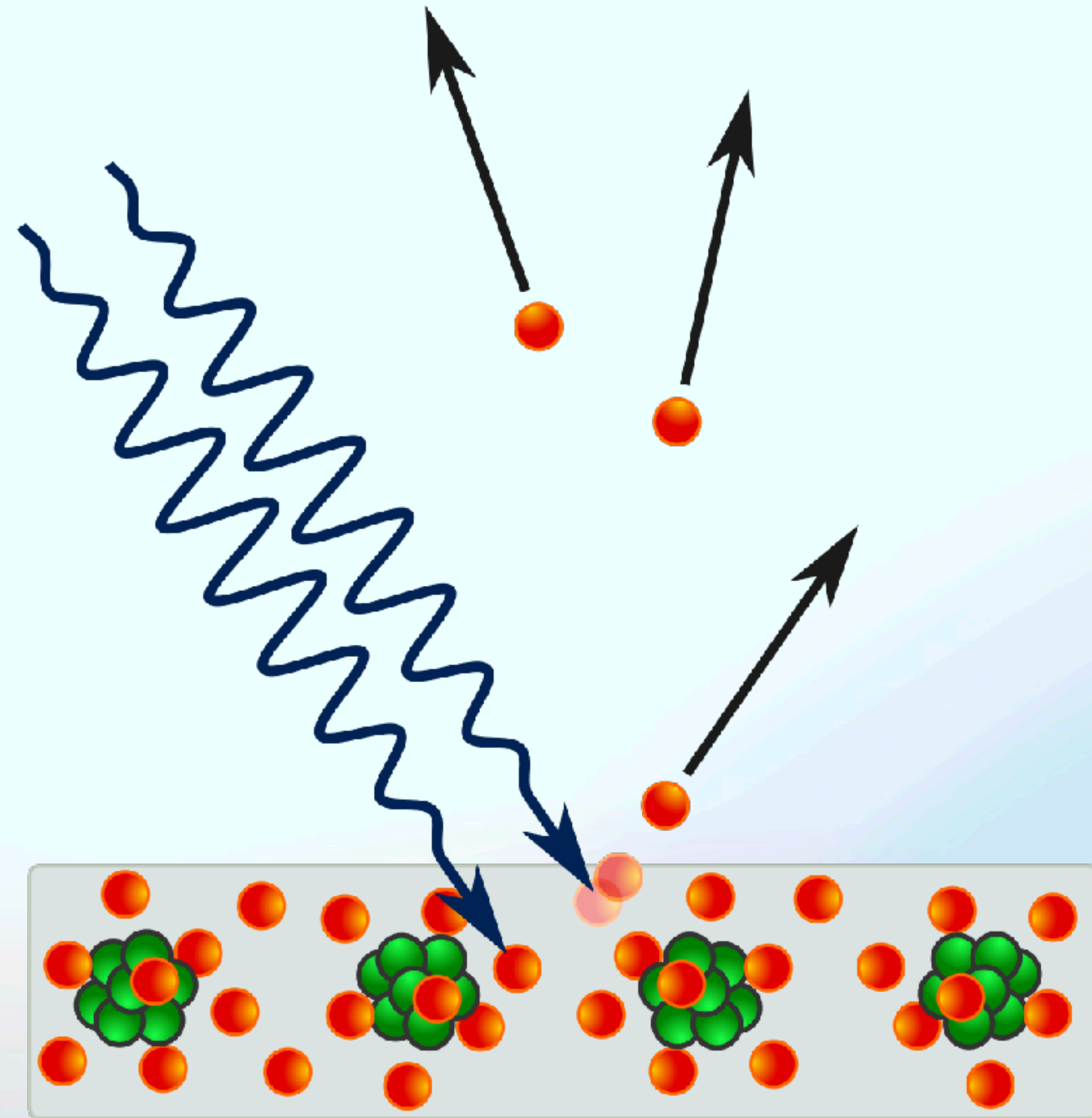
- La energía de la luz liberada depende de la **diferencia entre los niveles** en los que ocurra una **transición**.



Efecto fotoeléctrico

Los fotones

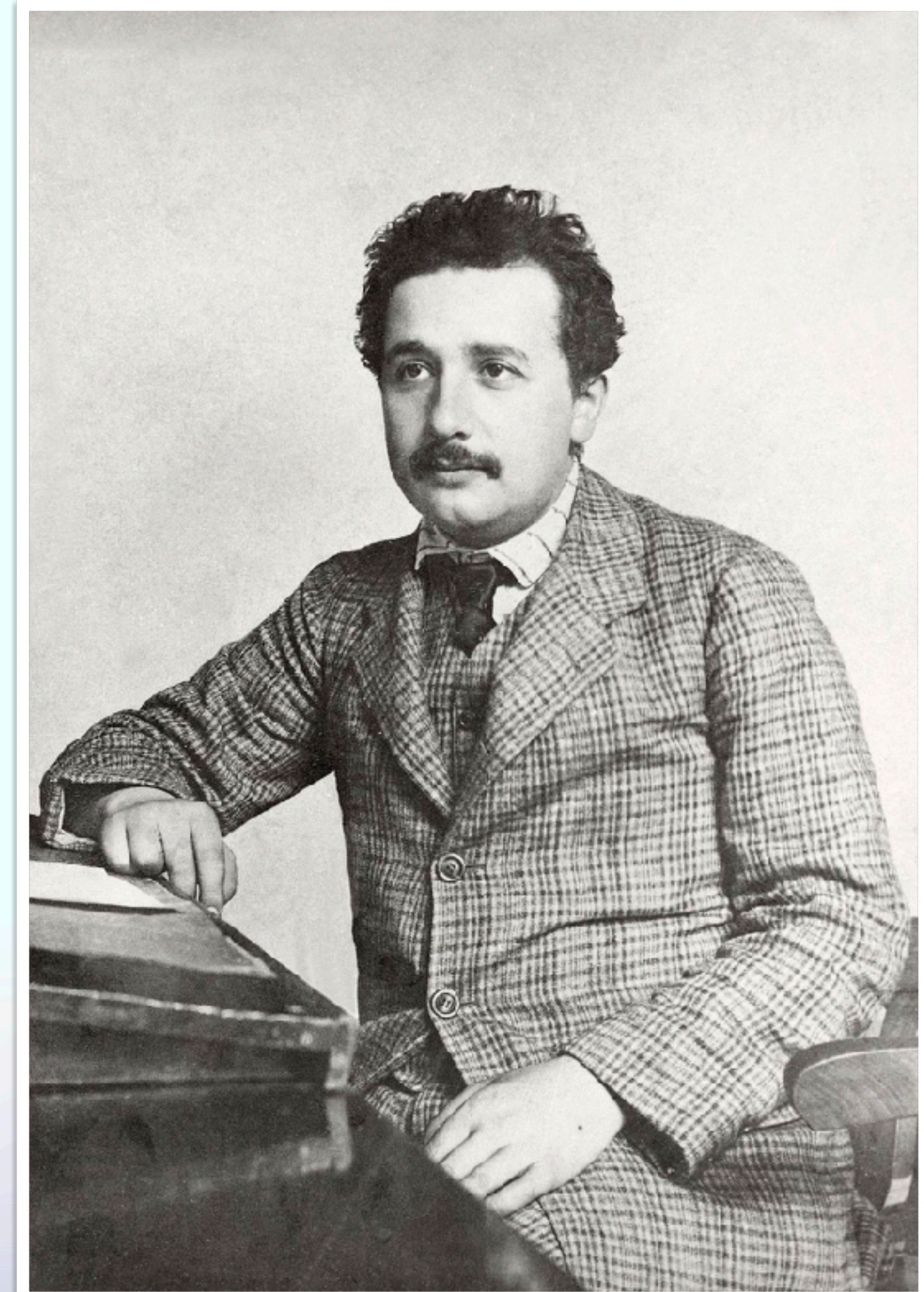
- En ciertas condiciones, la **luz incidente** sobre una placa metálica **libera electrones**.



Efecto Fotoeléctrico

Albert Einstein (1905)

- La energía de los electrones depende de la frecuencia de la luz.
- Los fotones tienen **Energía = $h \times$ Frecuencia**
- A mayor intensidad de luz, mayor número de electrones.
- **Un fotón cede su energía a un electrón, lo libera y la energía que queda es energía cinética.**



La luz es una onda
electromagnética y está
compuesta de fotones



2.- La materia se compone de partículas pero tiene propiedades ondulatorias

Propiedades Ondulatorias de la Materia

Louis de Broglie (1905)

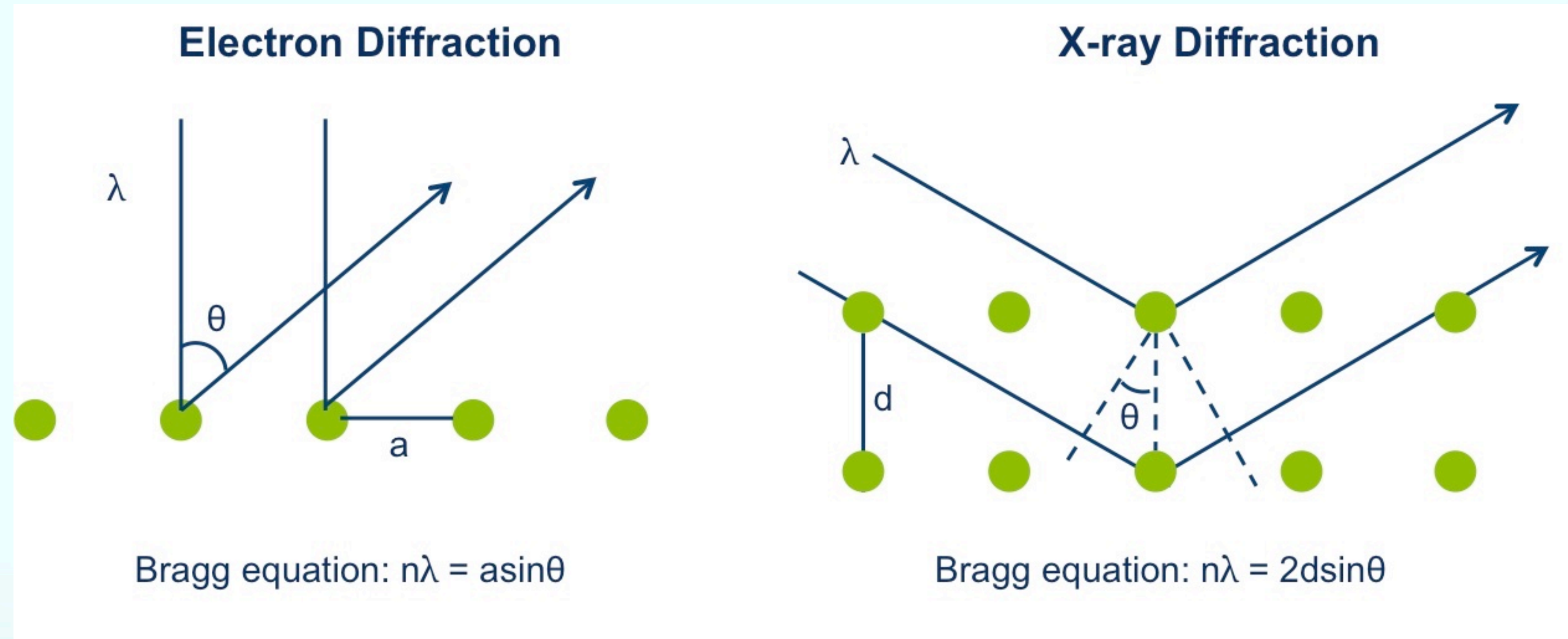
- Si la luz es una onda y se comporta como partícula...
- **La materia se compone de partículas pero se comportan como onda.**
- ¿Por qué no vemos que una **pelota de beisbol** se comporte como una onda?
- **La longitud de onda es proporcional a h -> Muy pequeña!**



Difracción de electrones

“Ondas de materia”

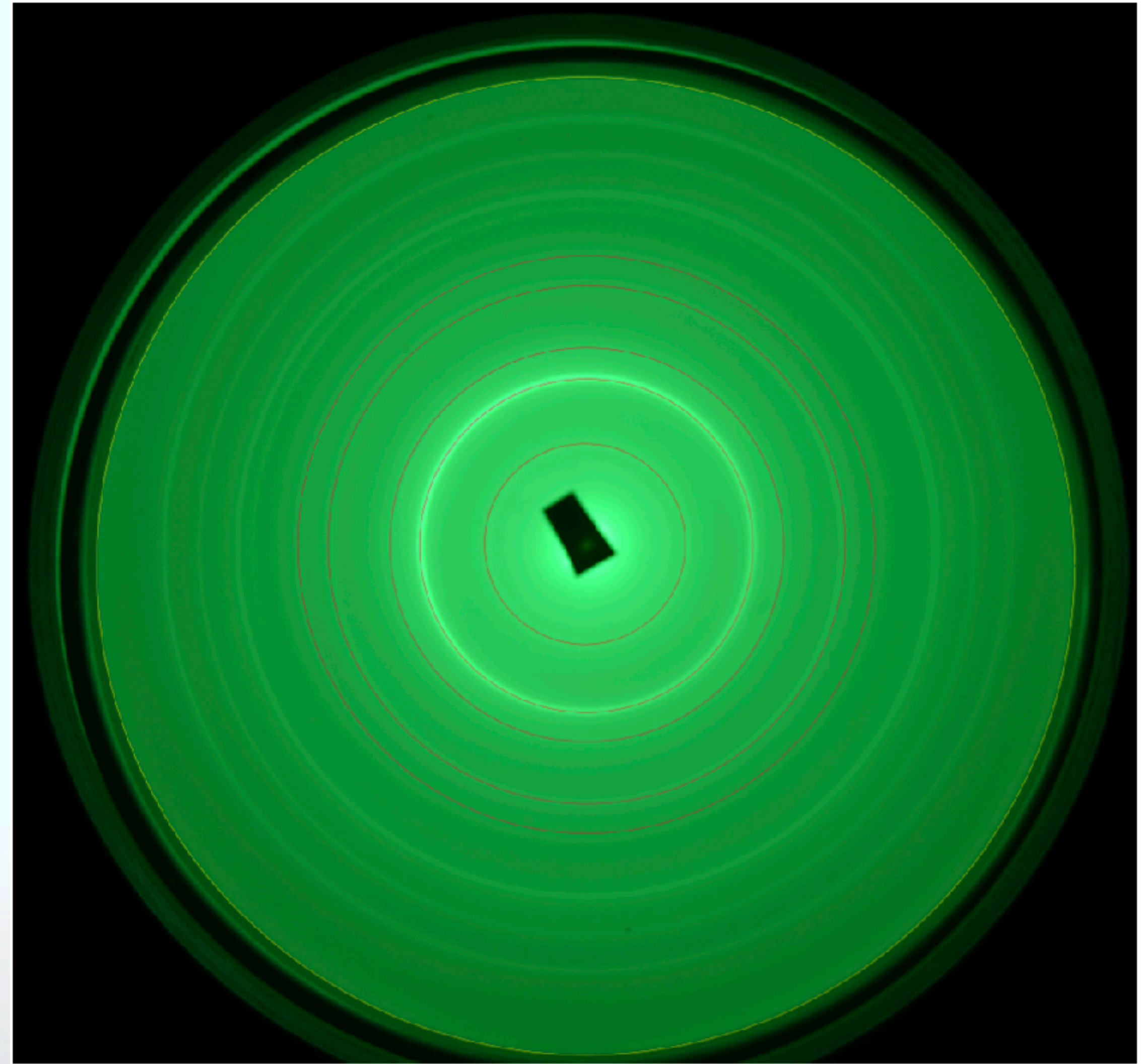
- Un rayo de electrones incide sobre un material.
- Los electrones se **difractan**.
- Se produce **interferencia**.



Difracción de electrones

“Ondas de materia”

- Se producen **anillos de difracción**.
- Zonas **brillantes** y **oscuras**.



La materia se compone
de partículas pero tiene
propiedades ondulatorias



Luz y materia tienen una
naturaleza dual

3.- Tanto la luz como la materia tienen cierto valor de rotación

Movimiento Rotacional

El giro

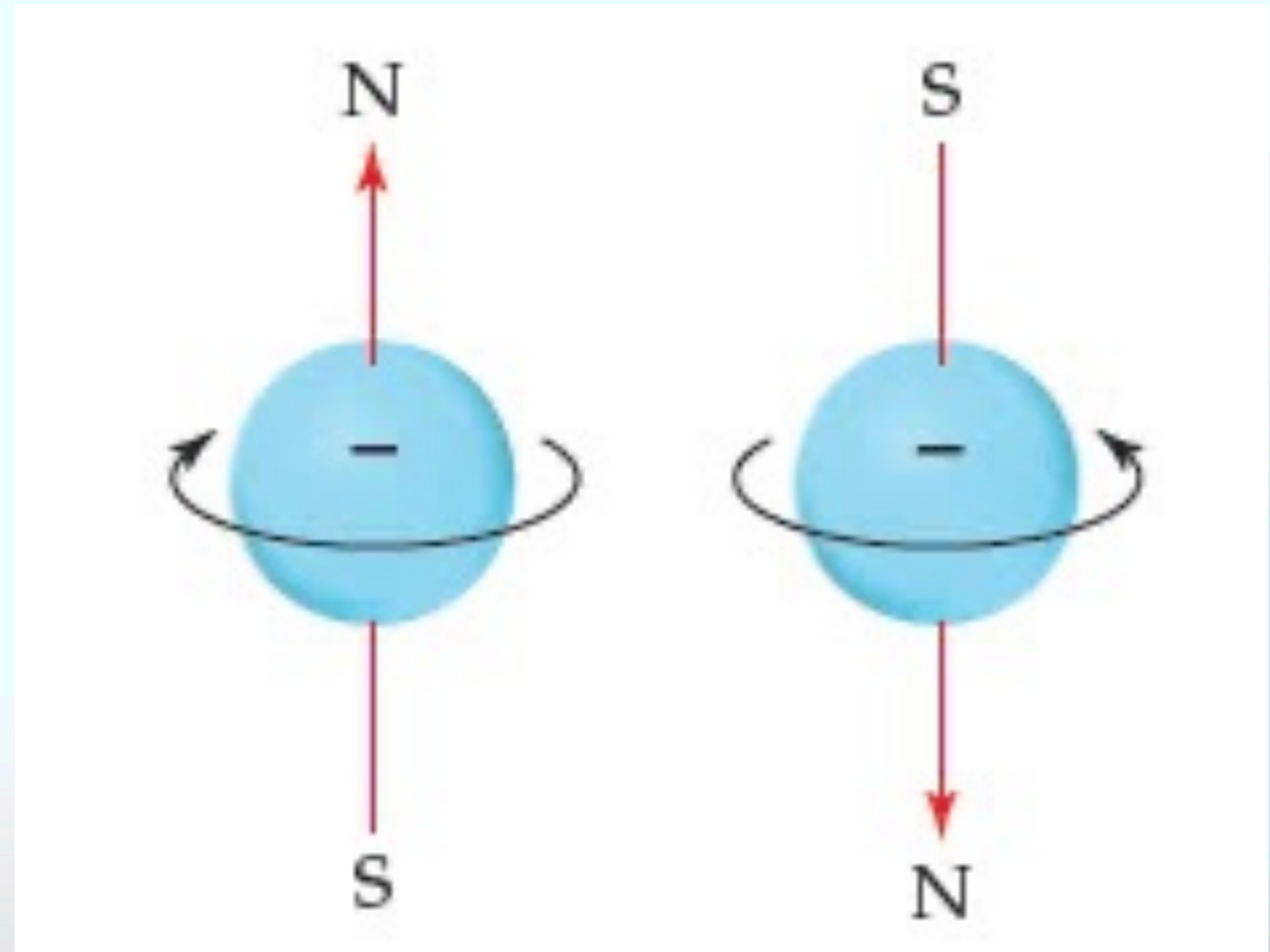
- Un cuerpo puede **girar**.
- A cualquier **rapidez**
- En cualquier **orientación**.



El spin

La rotación intrínseca de las partículas

- La “rotación” debe corresponder a **ciertos valores**; está **cuantizada**.
- Existe un **campo magnético interno** asociado al spin.
- Los **electrones, protones** y **neutrones** tienen spin.

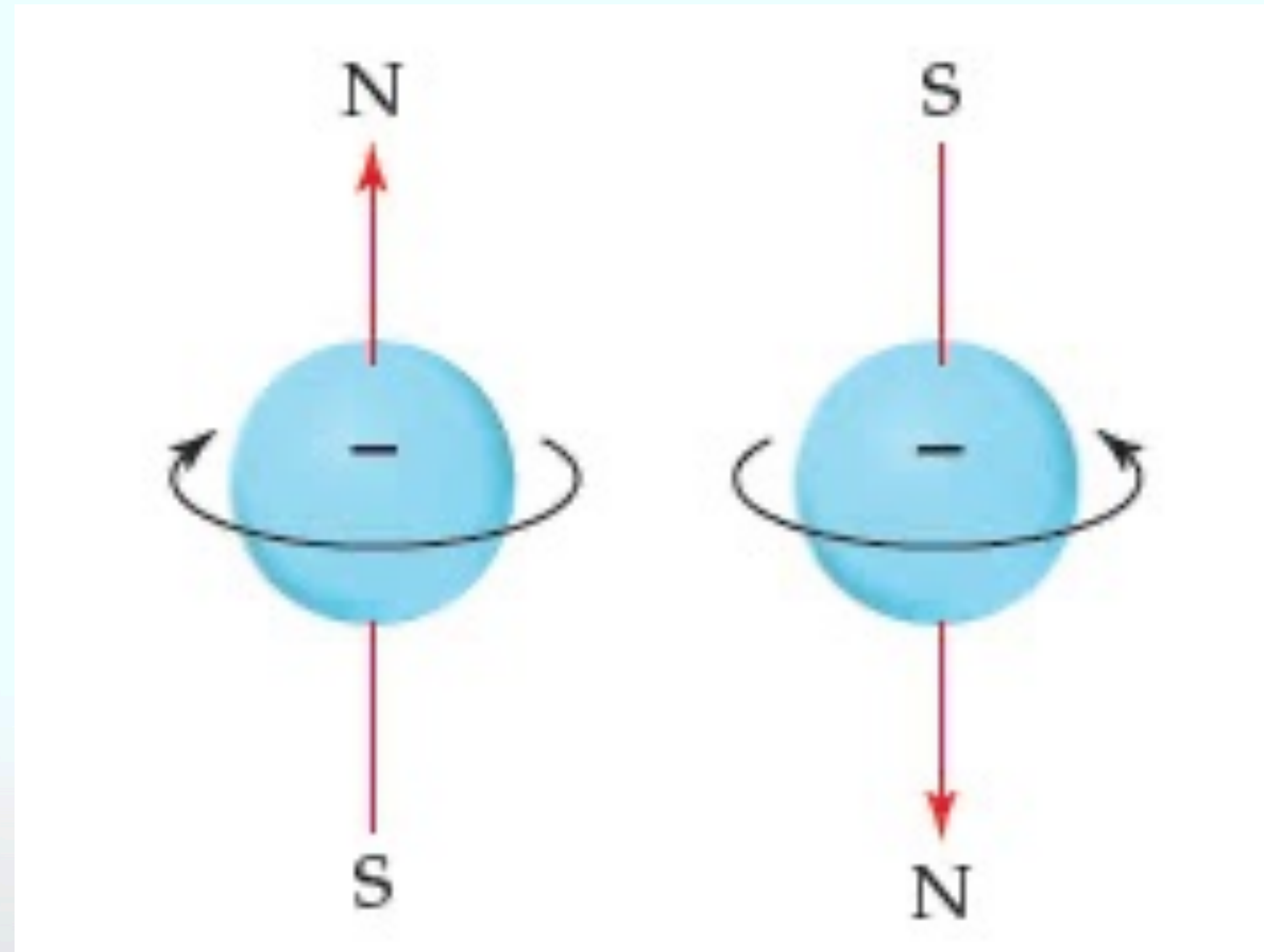


Spin de un electrón

El spin

Valores de spin

- Podemos tener valores de spin **enteros** o **fraccionarios**.
- Un electrón tienen spin $1/2$
- Un fotón tiene spin 1.
- El spin se mide en unidades de la constante de Planck.



Spin de un electrón

Tanto la luz como la
materia tienen spin



La Mecánica Cuántica

Ecuación de Schrödinger

Erwin Schrödinger (1926)

- Las partículas se describen por una **función de onda**.
- Esta proporciona **información sobre el sistema**.
- La ecuación de Schrödinger describe el **comportamiento ondulatorio** de la materia.

Ψ



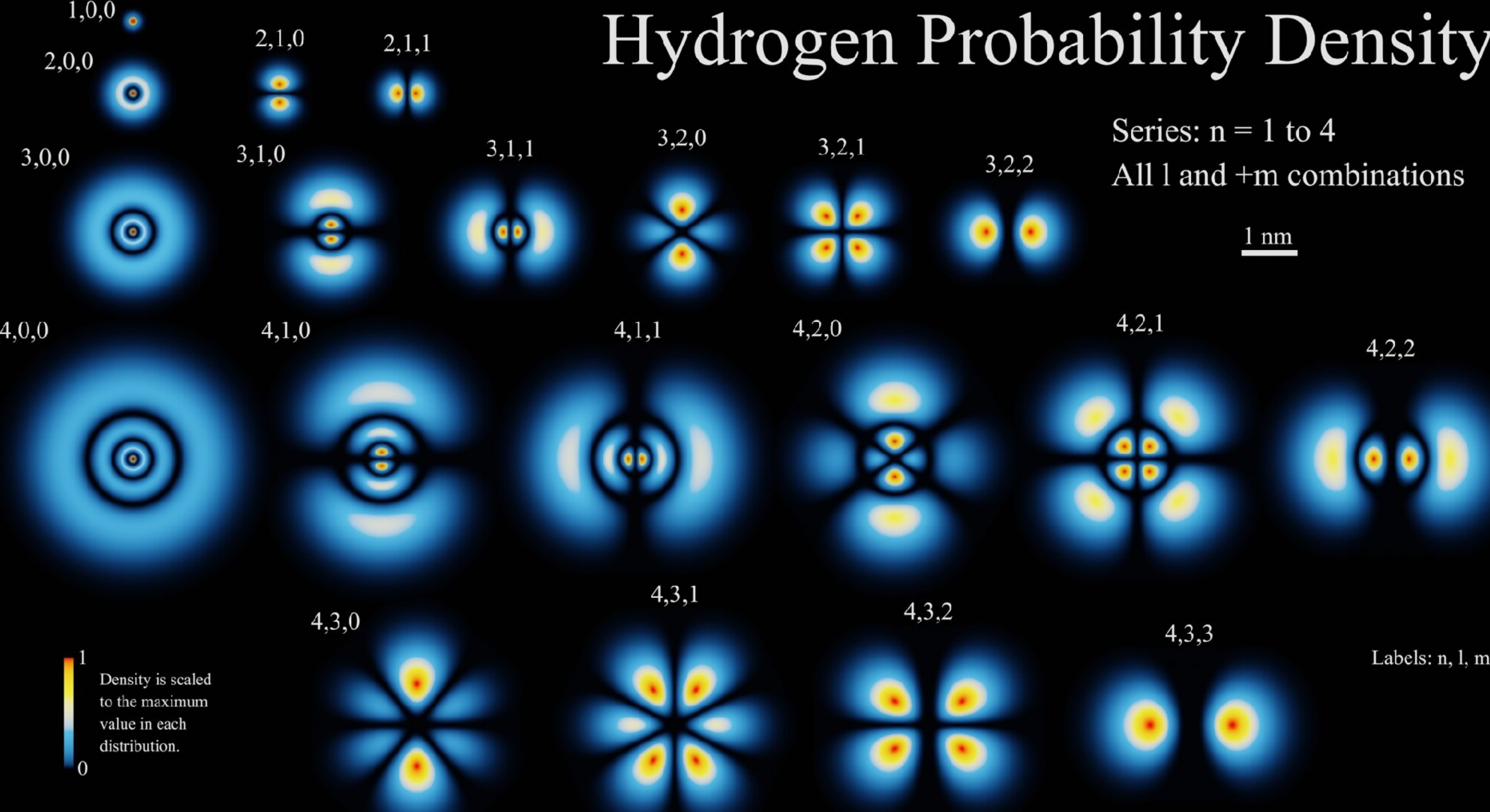
Ecuación de Schrödinger

Max Born (1926)

- La magnitud al cuadrado de la **función de onda está asociada a la probabilidad.**
- ¿Cuál es la **probabilidad de encontrar al electrón** en un punto alrededor del núcleo?
- **Nubes de probabilidad**

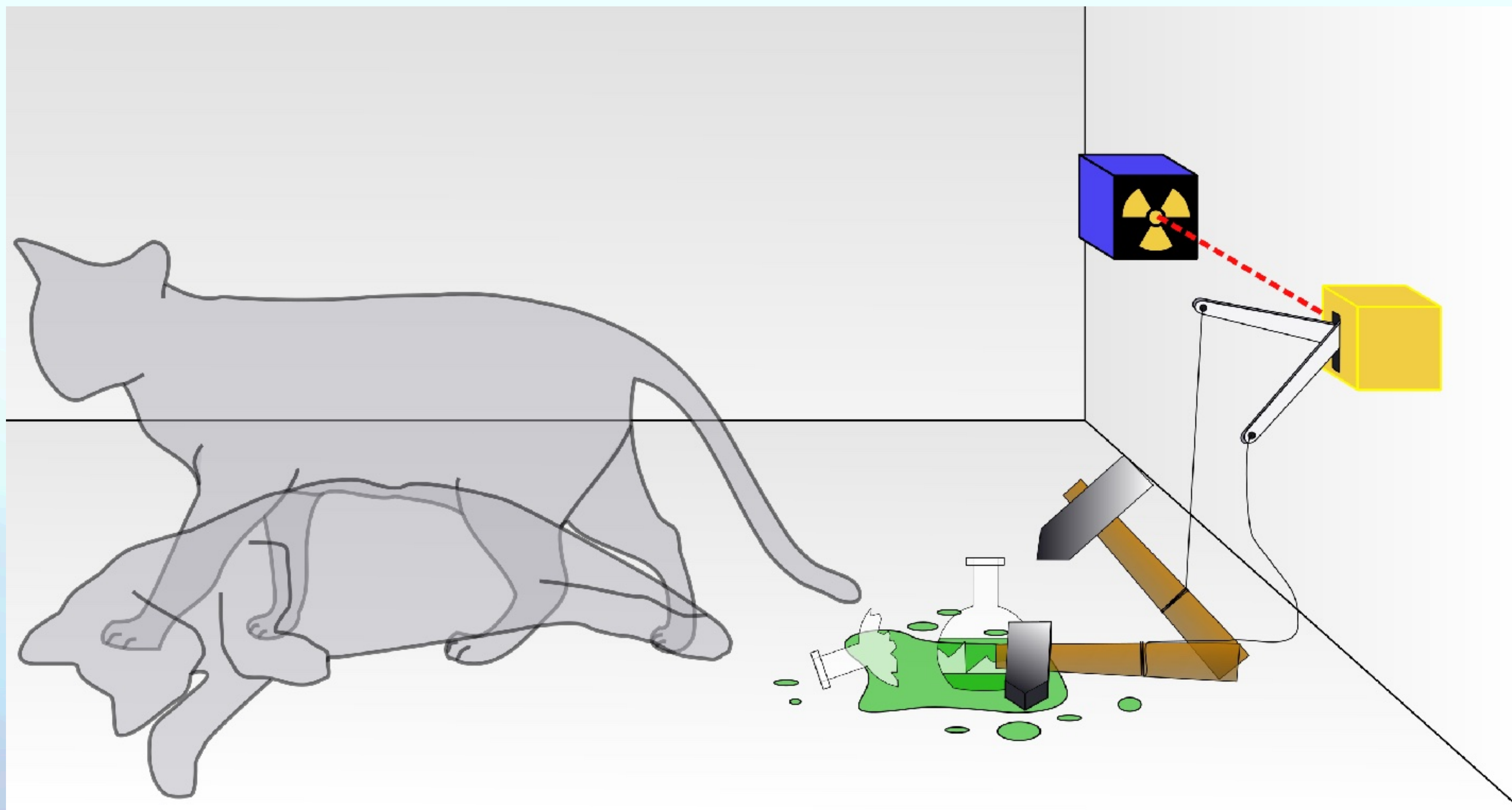


Hydrogen Probability Density



Superposición Cuántica

El Gato de Schrödinger



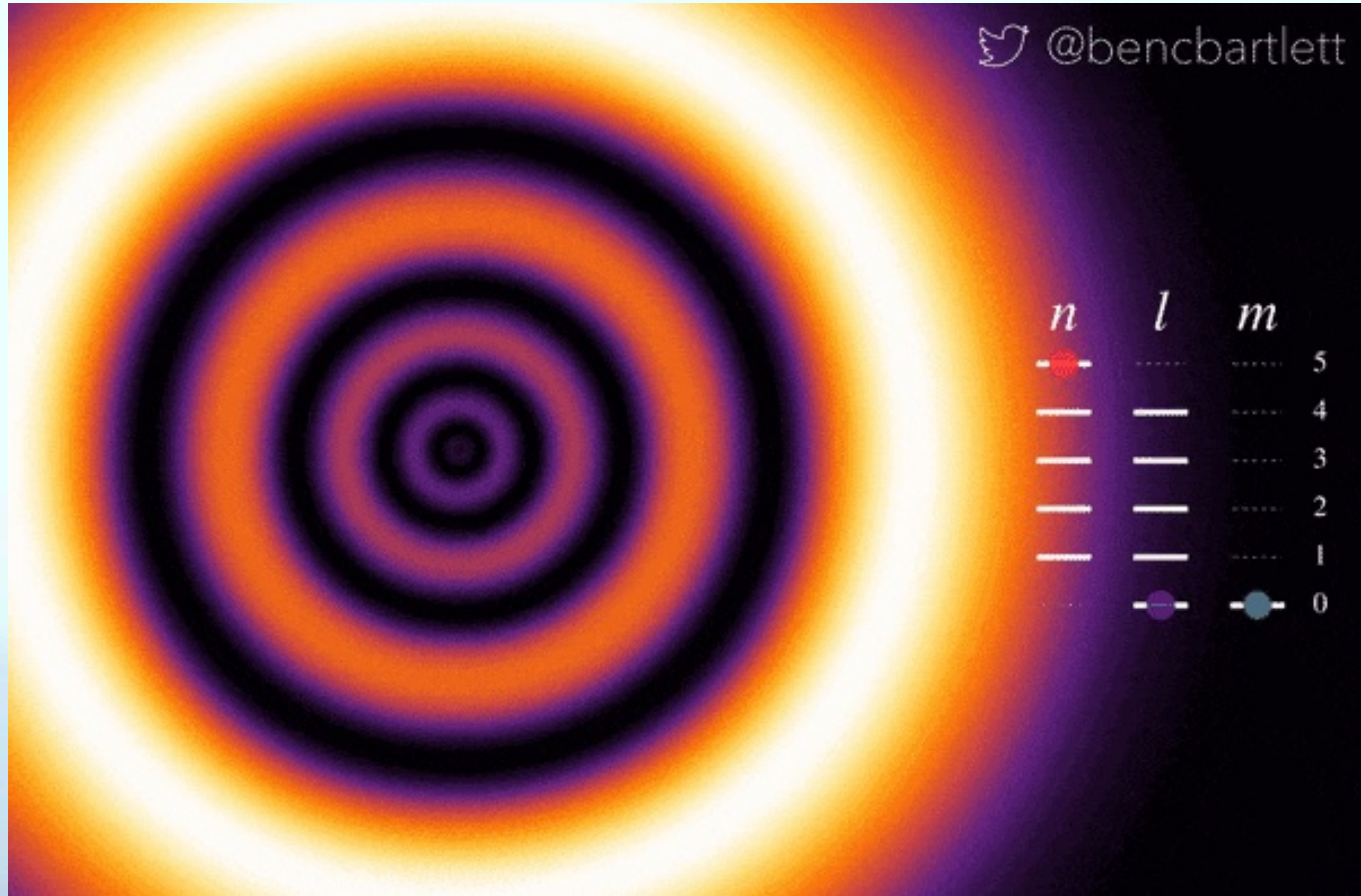


+



La incertidumbre

Mediciones

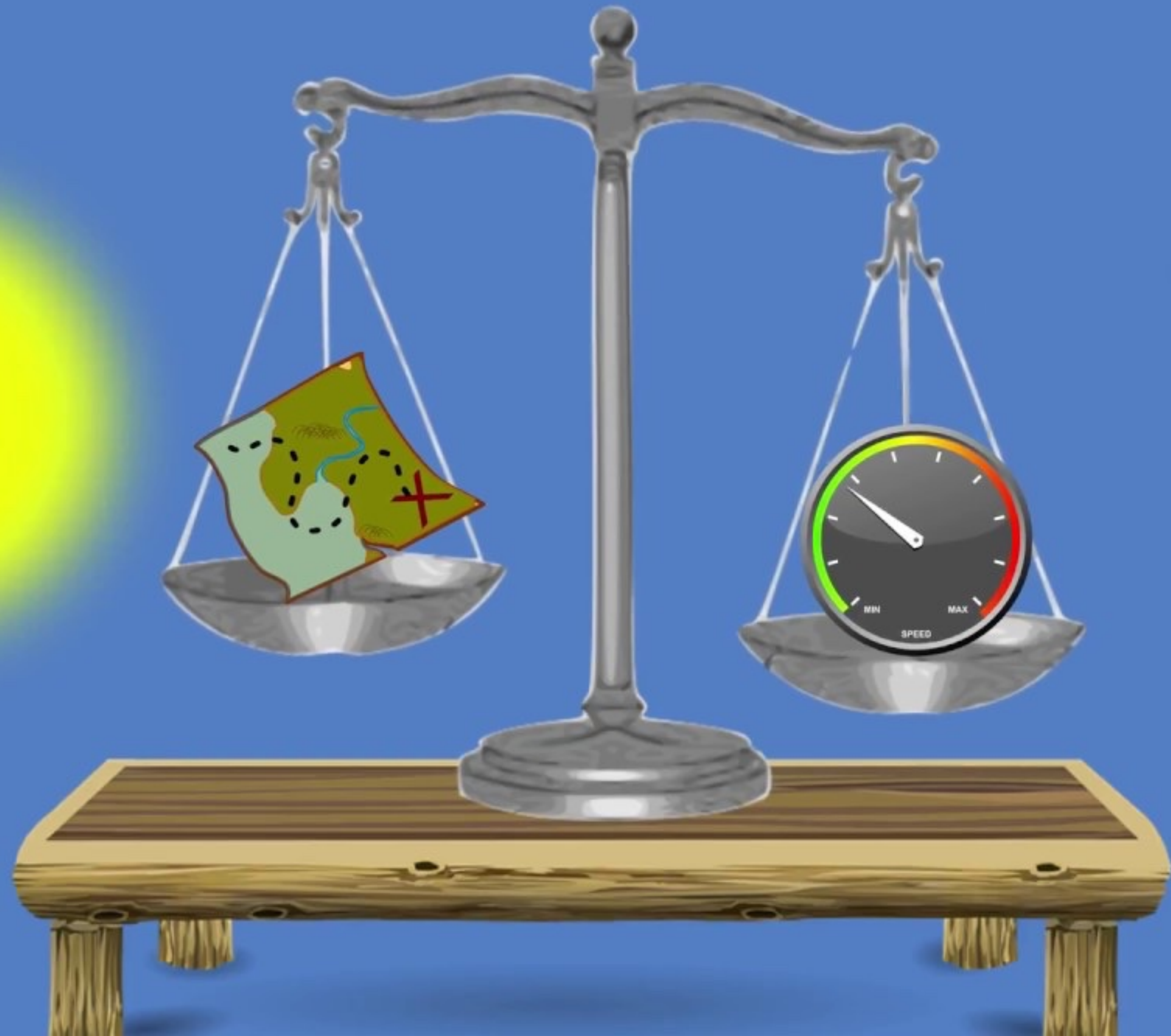


Principio de Incertidumbre

Werner Heisenberg

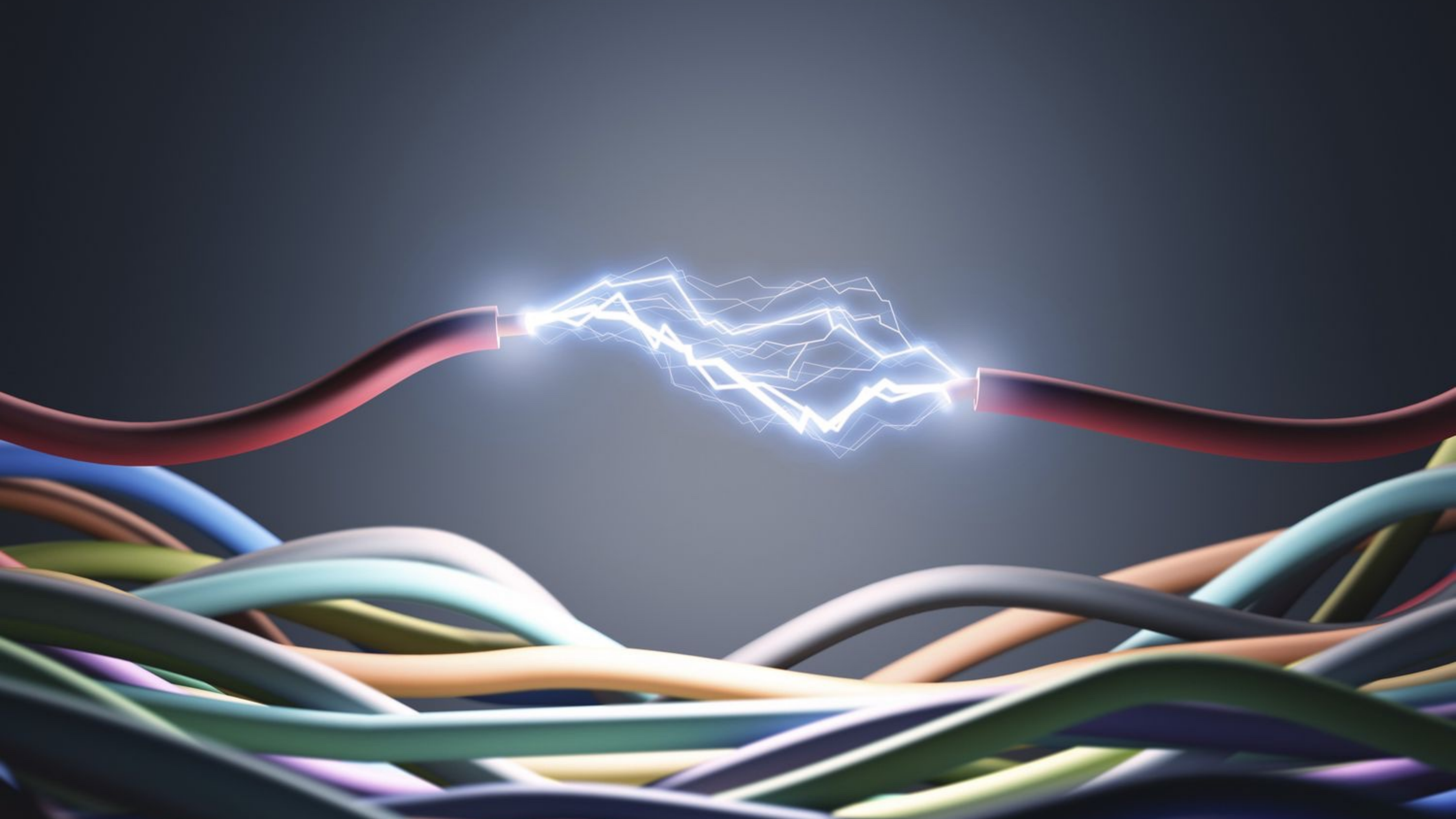
- Existe una relación entre las **incertidumbres** de las **posición** y **momento**.
- El **Momento = Masa x Velocidad**
- **Los productos de las incertidumbres son proporcionales a la constante de Planck.**

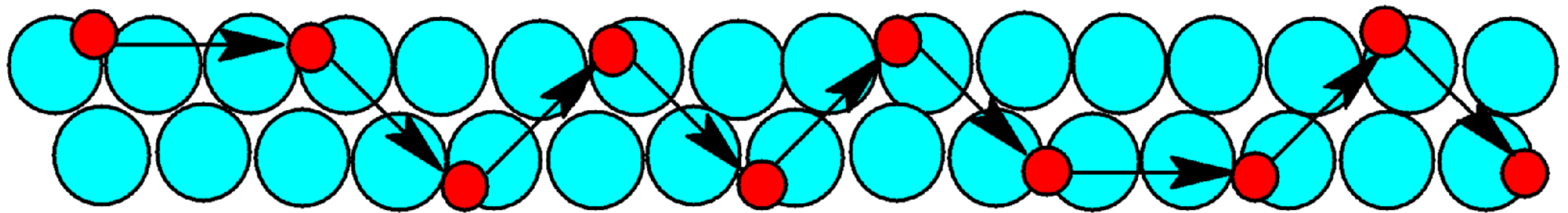




Aplicaciones de la Mecánica Cuántica

1.- Propiedades de los materiales





CONDUCTORES



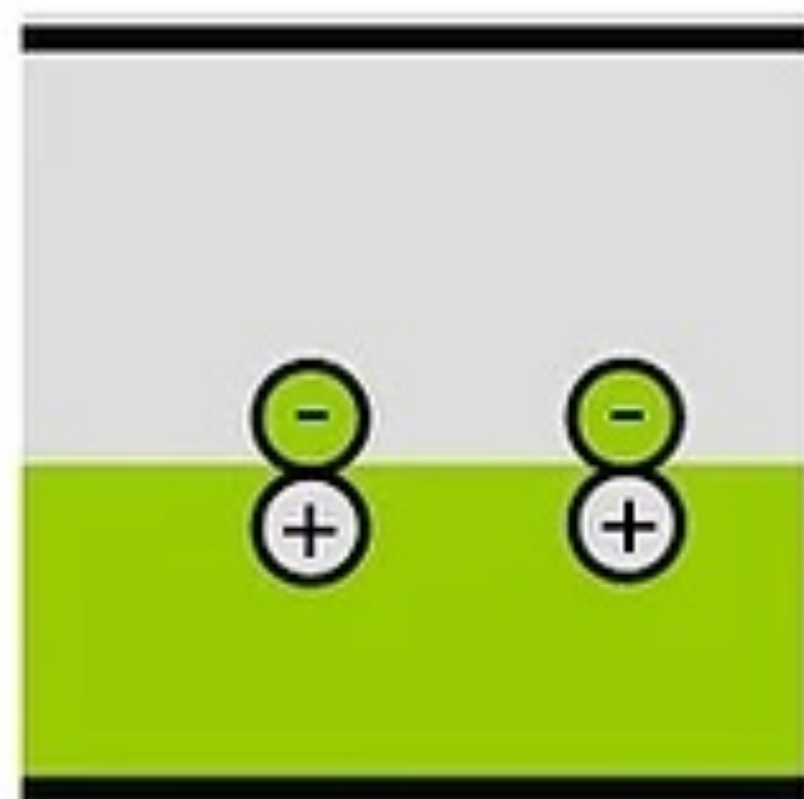
- SEMICONDUCTORES



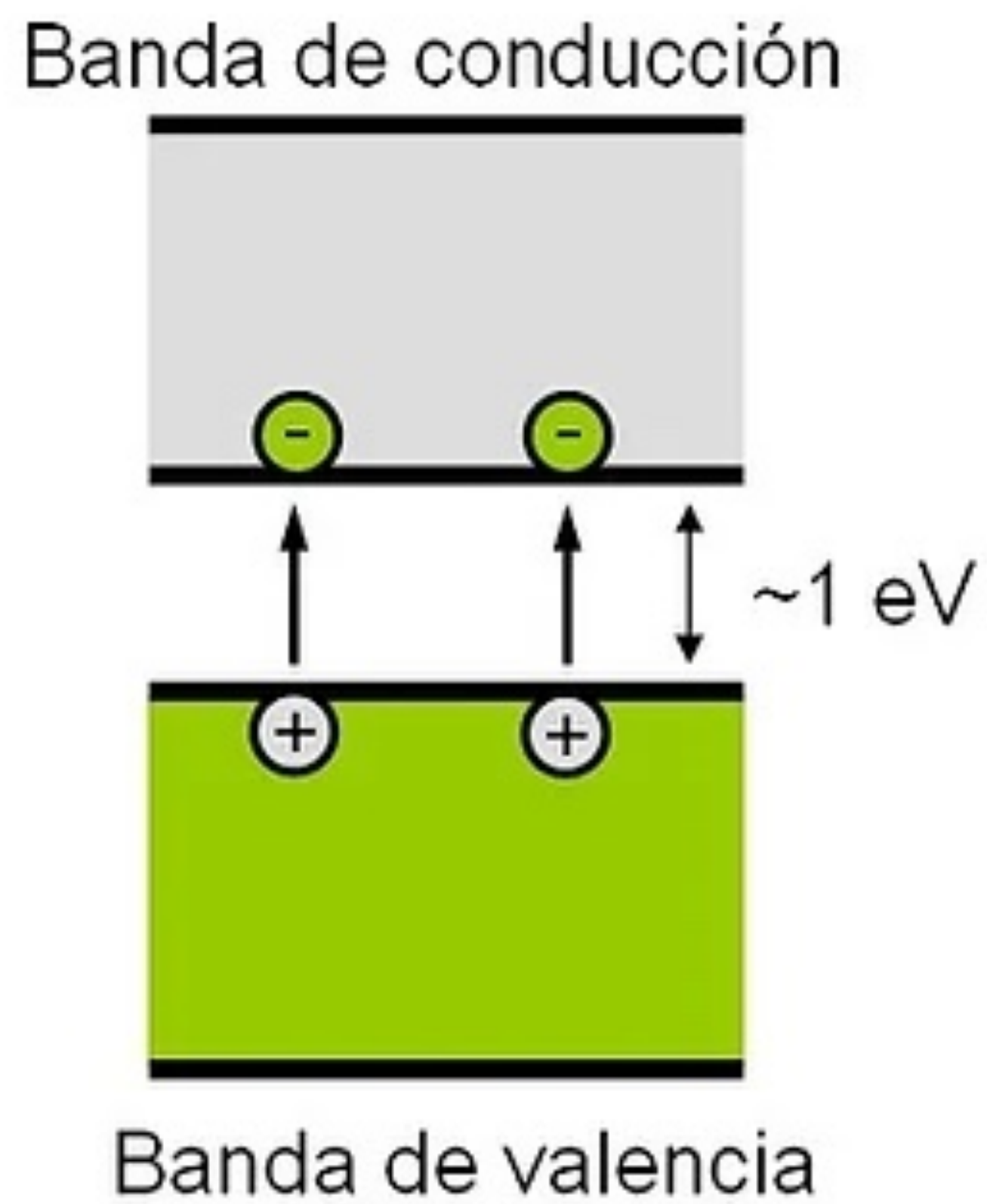
- AISLANTES



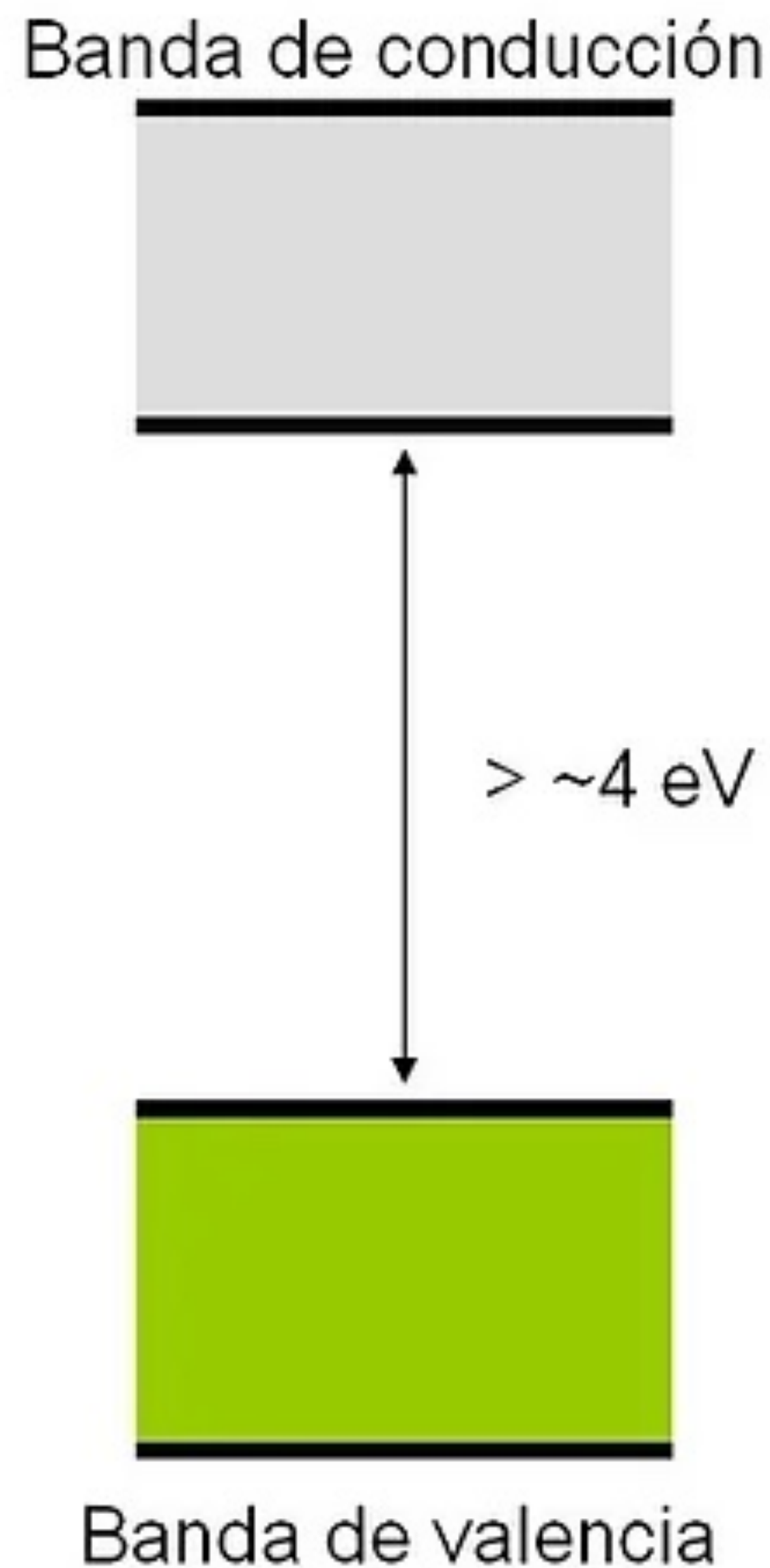
Conductor



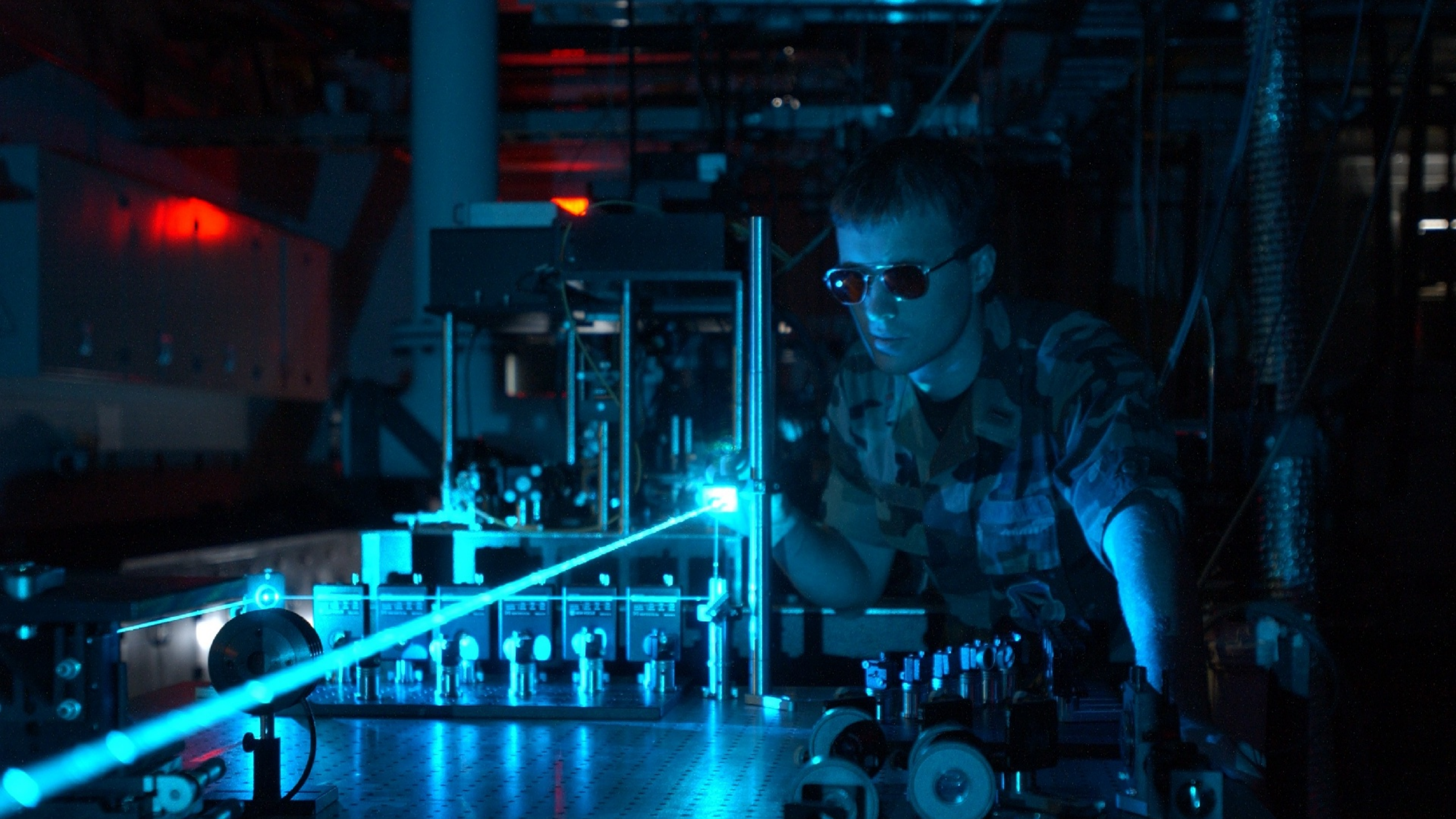
Semiconductor



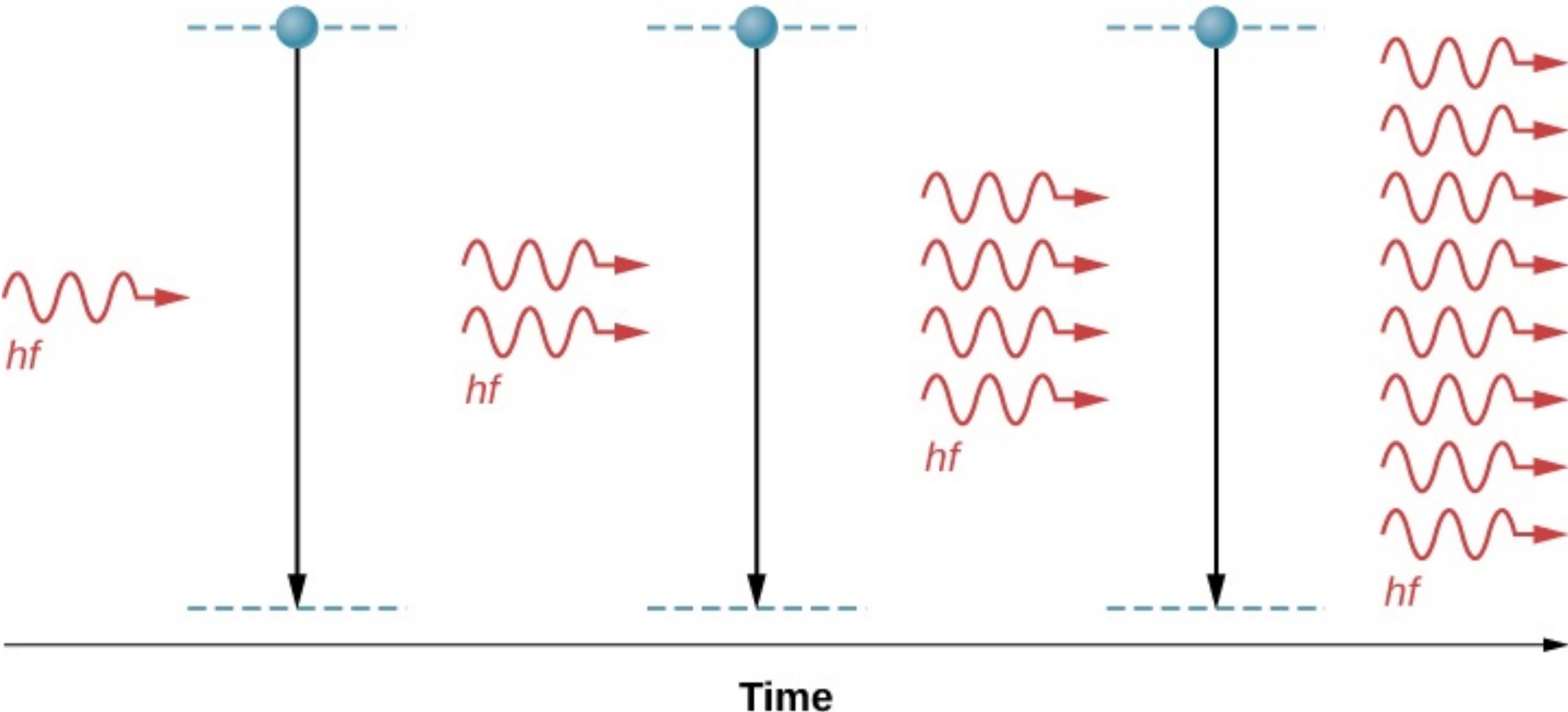
Aislante



2.- Lászer



Electrons in a metastable state



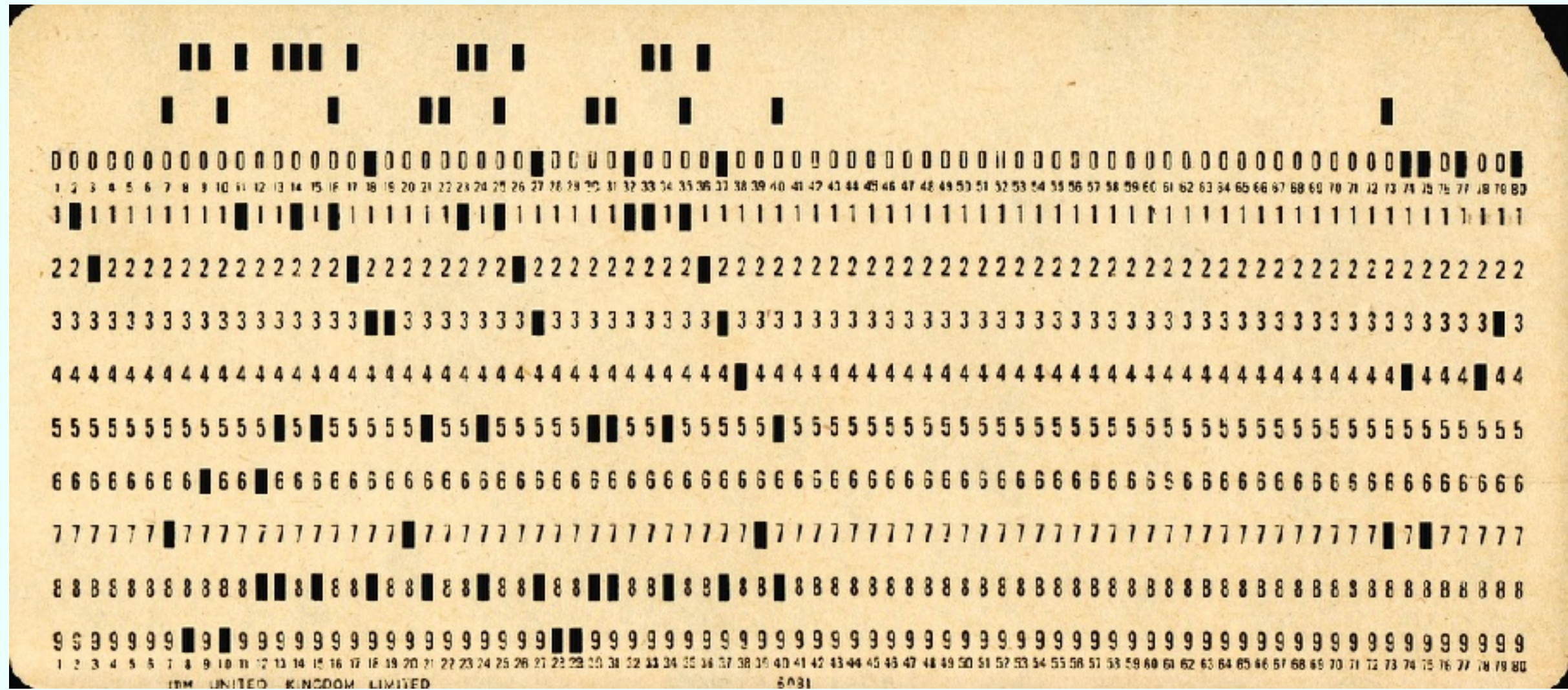
3.- DVD y Blu-Ray



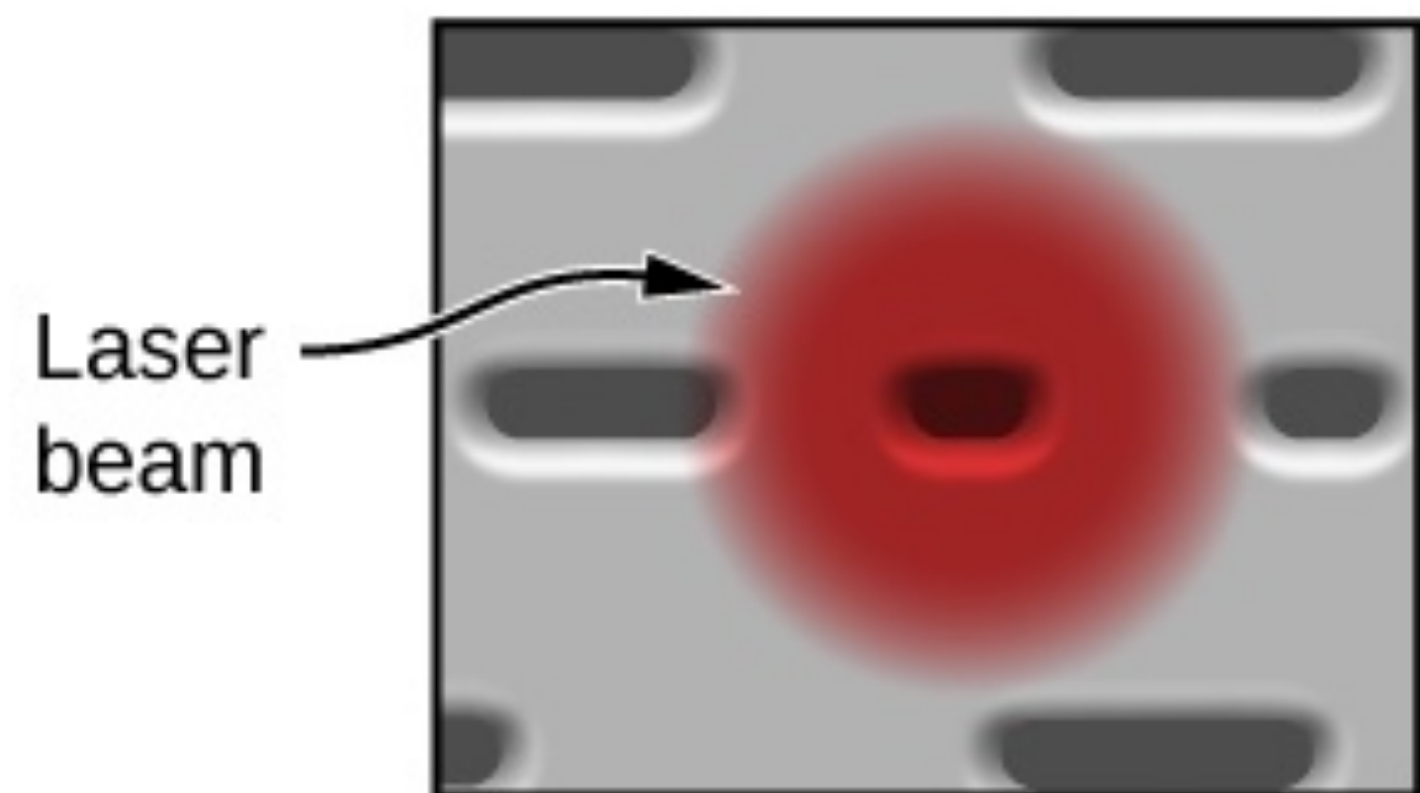
COMPACT
disc
DIGITAL AUDIO

DVD

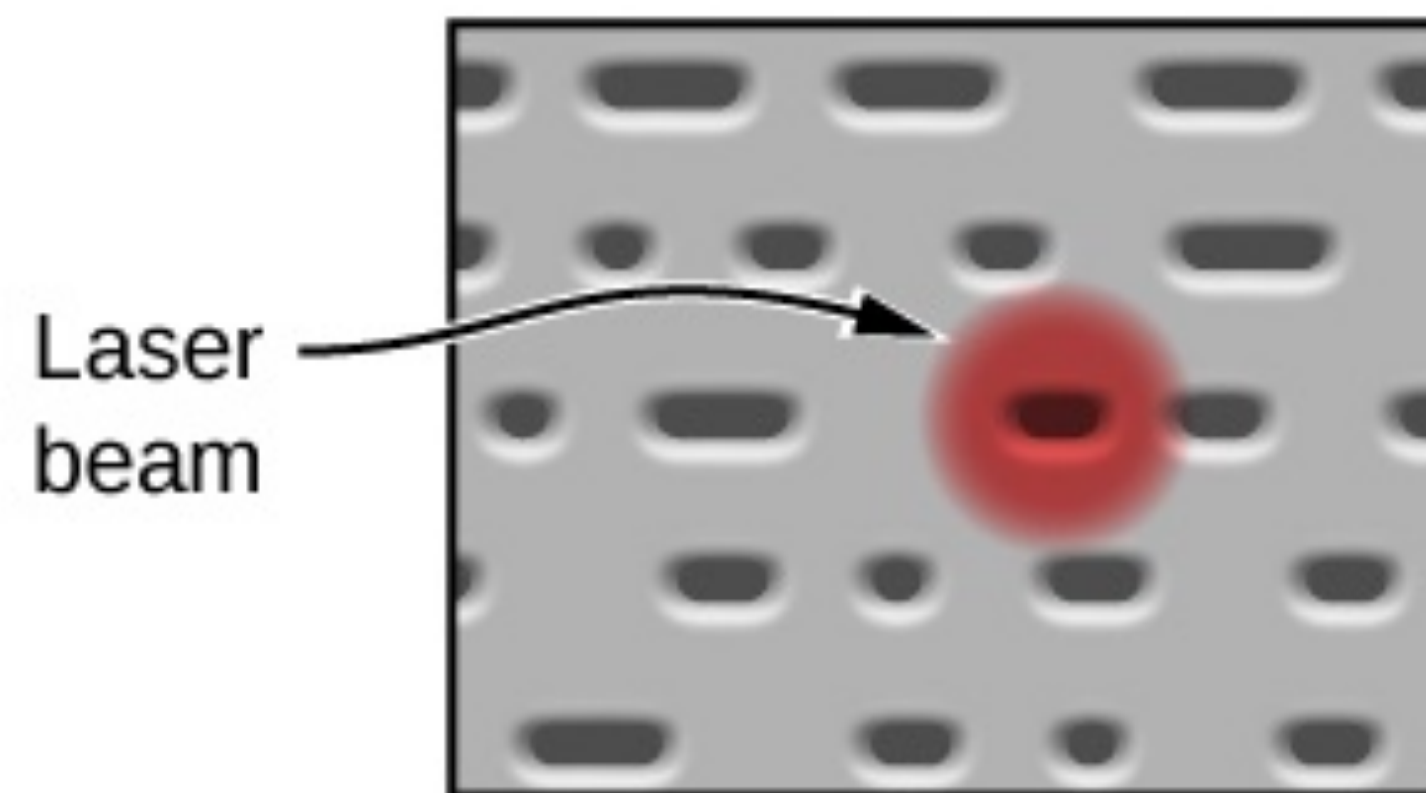
Blu-ray Disc



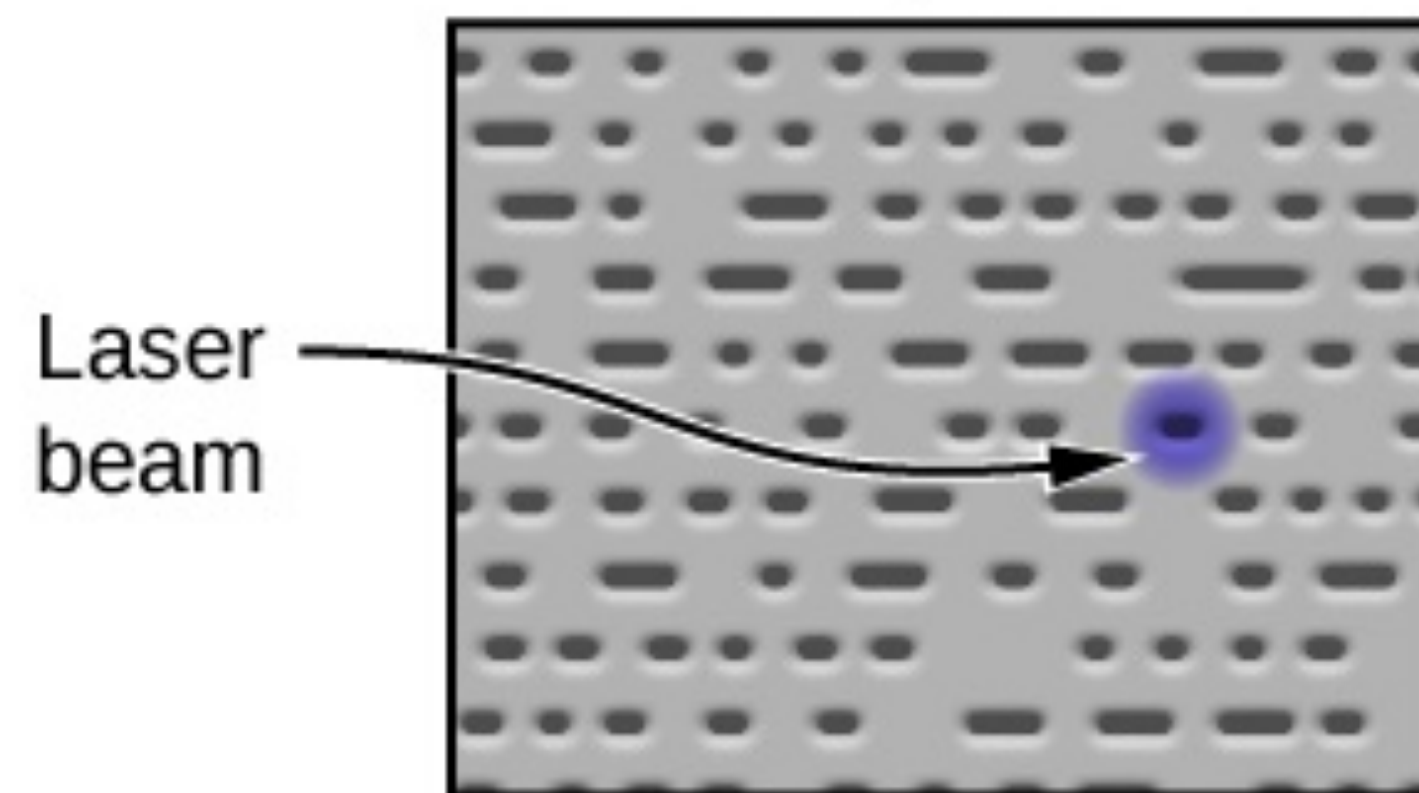
CD: 0.7 GB



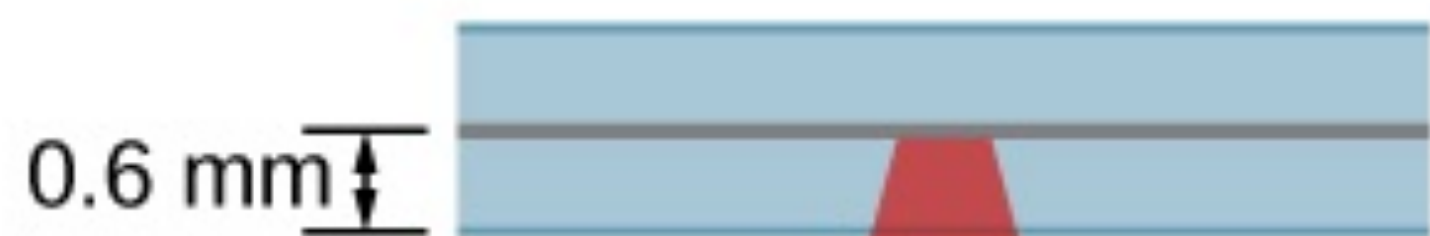
DVD: 4.7 GB



Blu-Ray: 25 GB



$$\lambda = 780 \text{ nm}$$

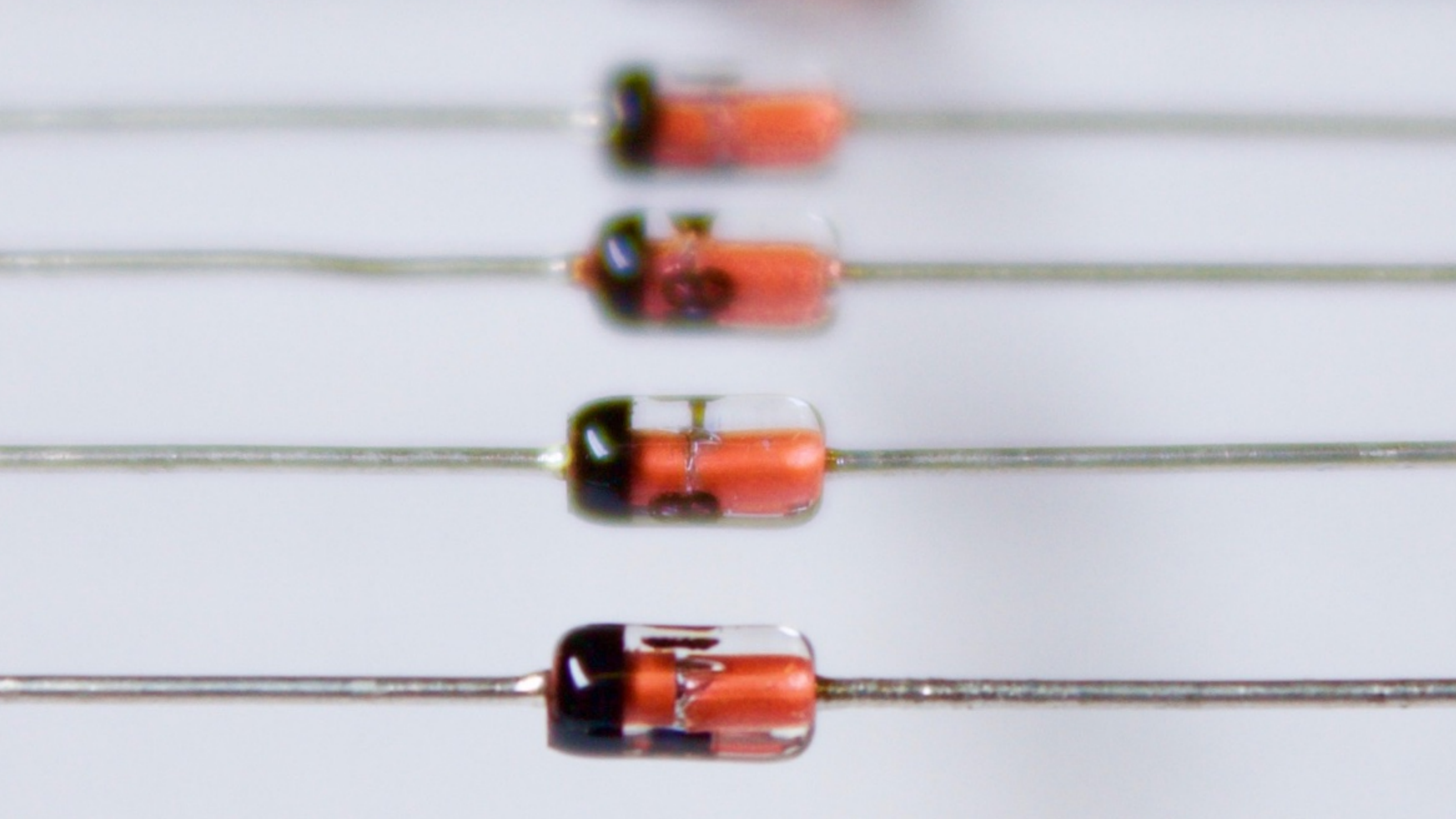


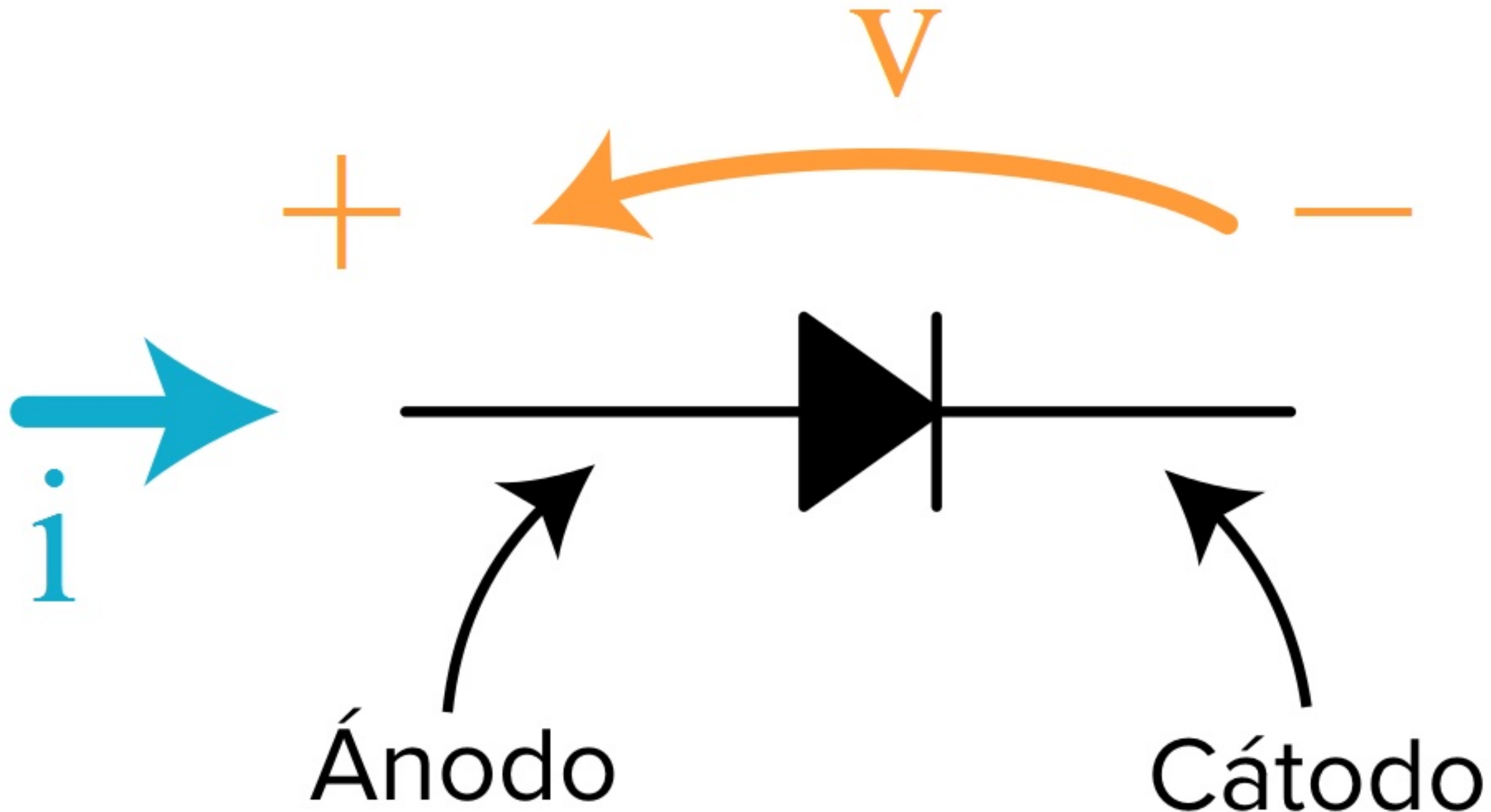
$$\lambda = 650 \text{ nm}$$

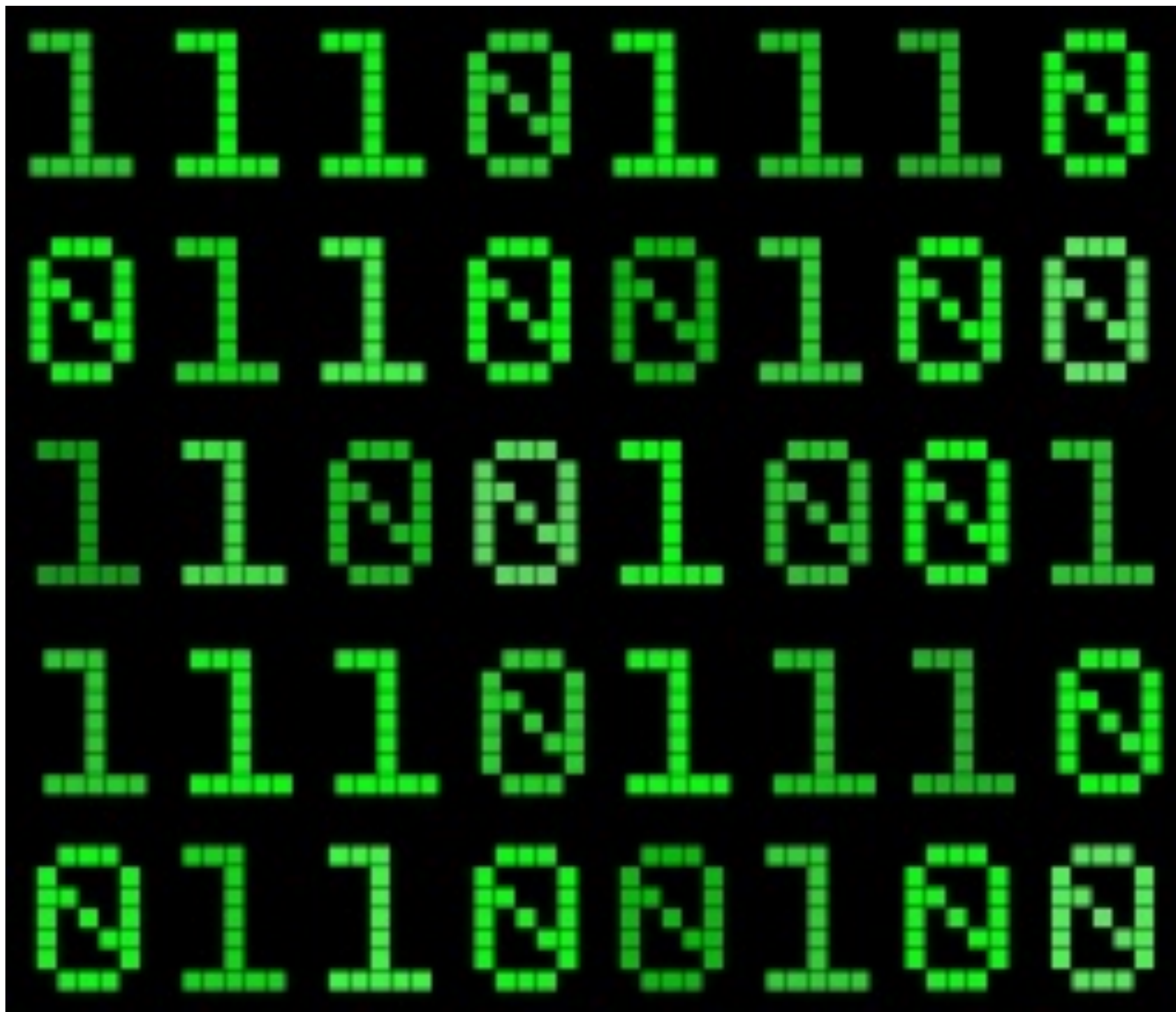


$$\lambda = 405 \text{ nm}$$

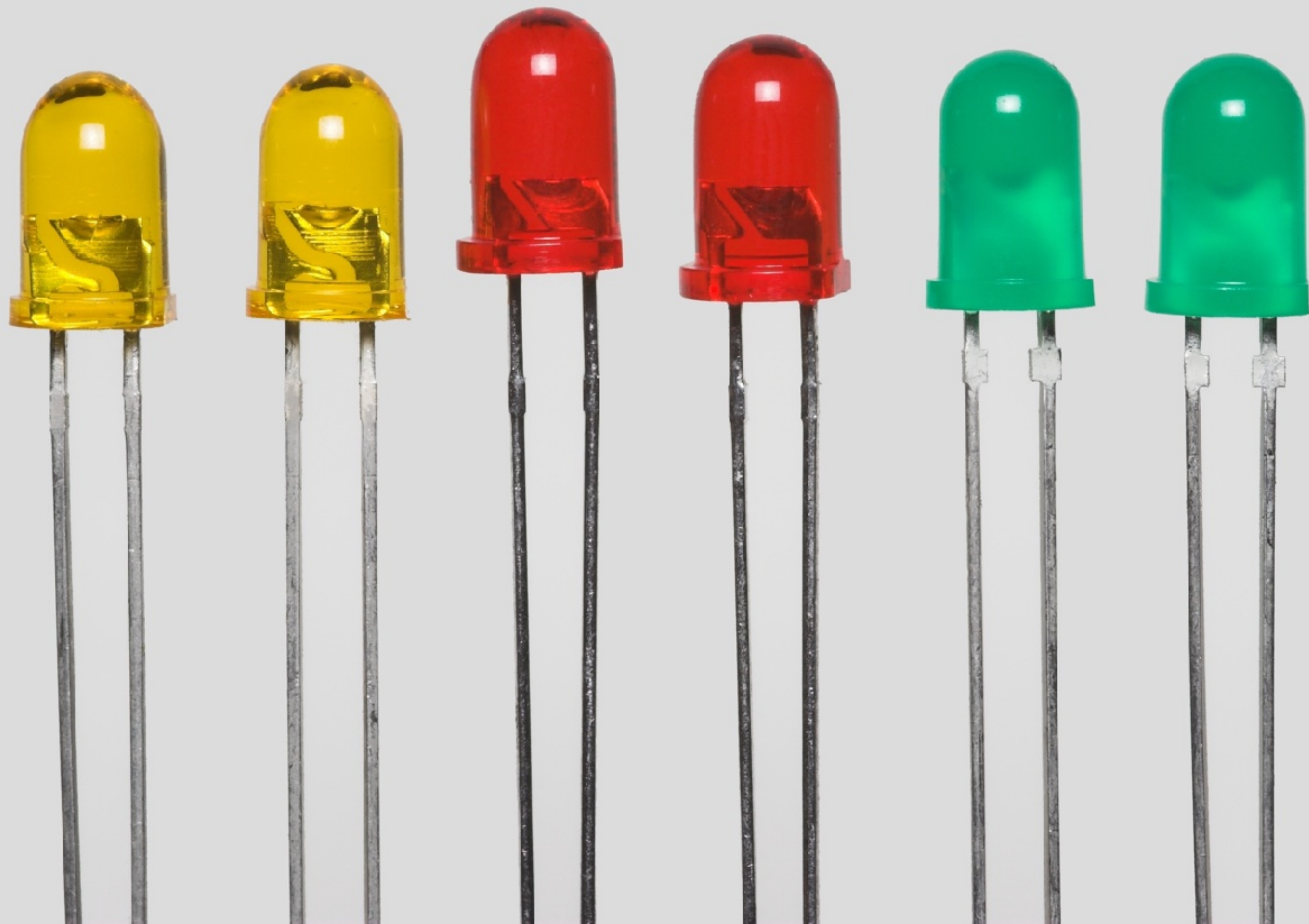
4.- Diodo

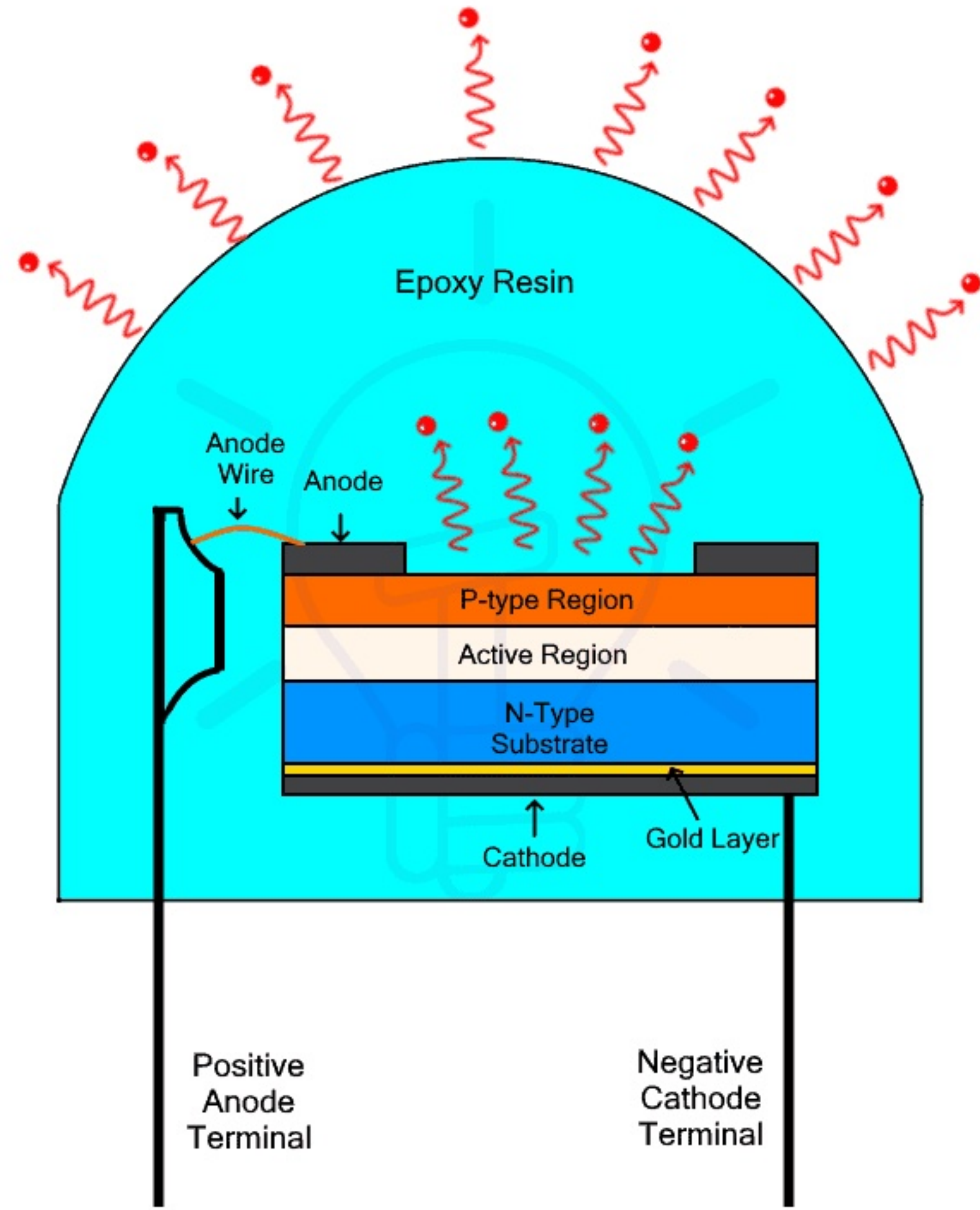






5.- LED (Diodo Emisor de Luz)

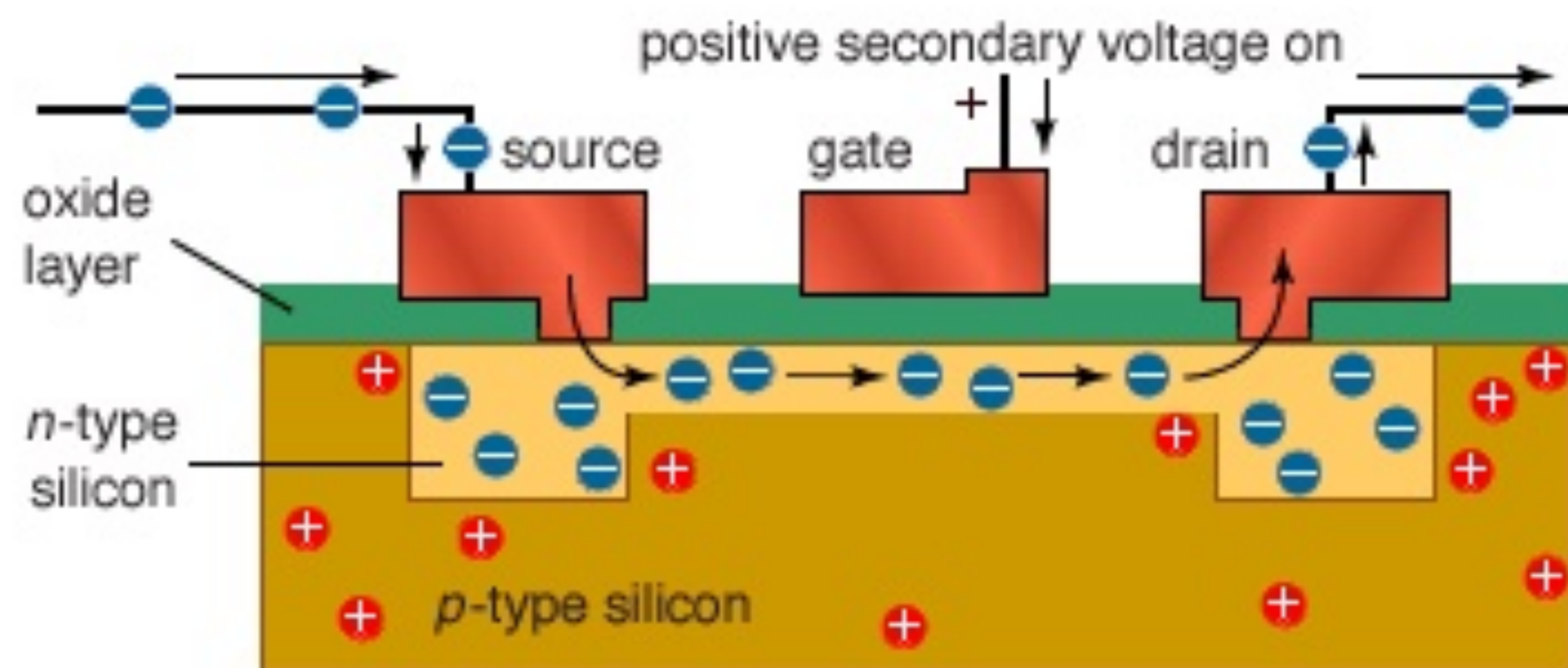
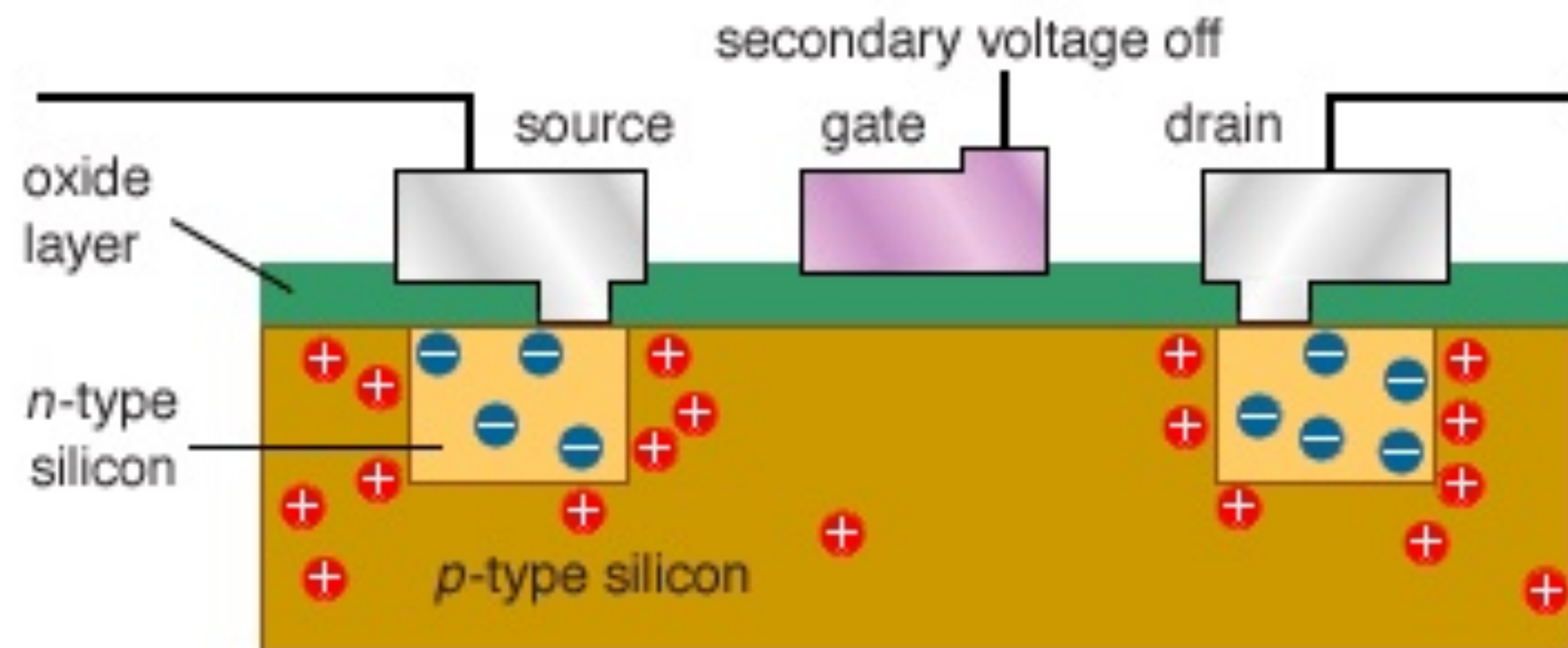


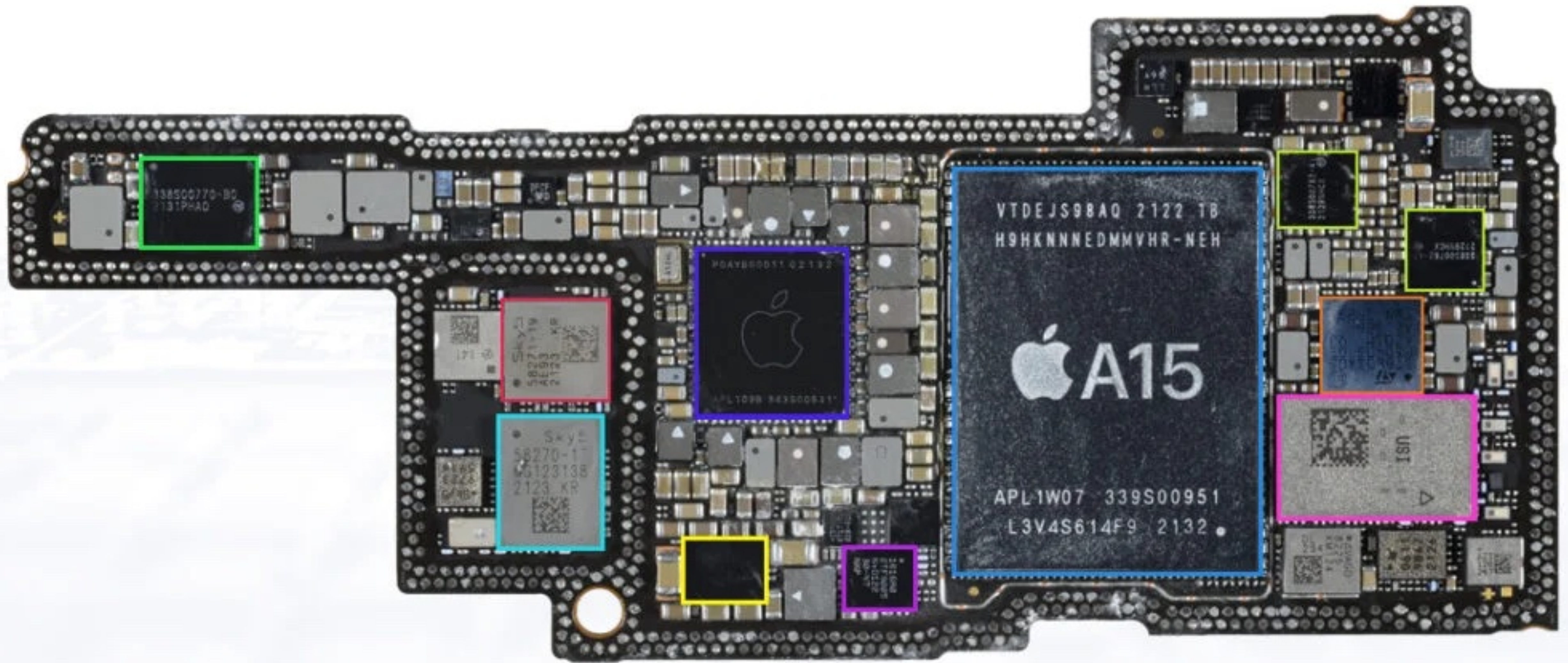


Structure of LED

6.- Transistor



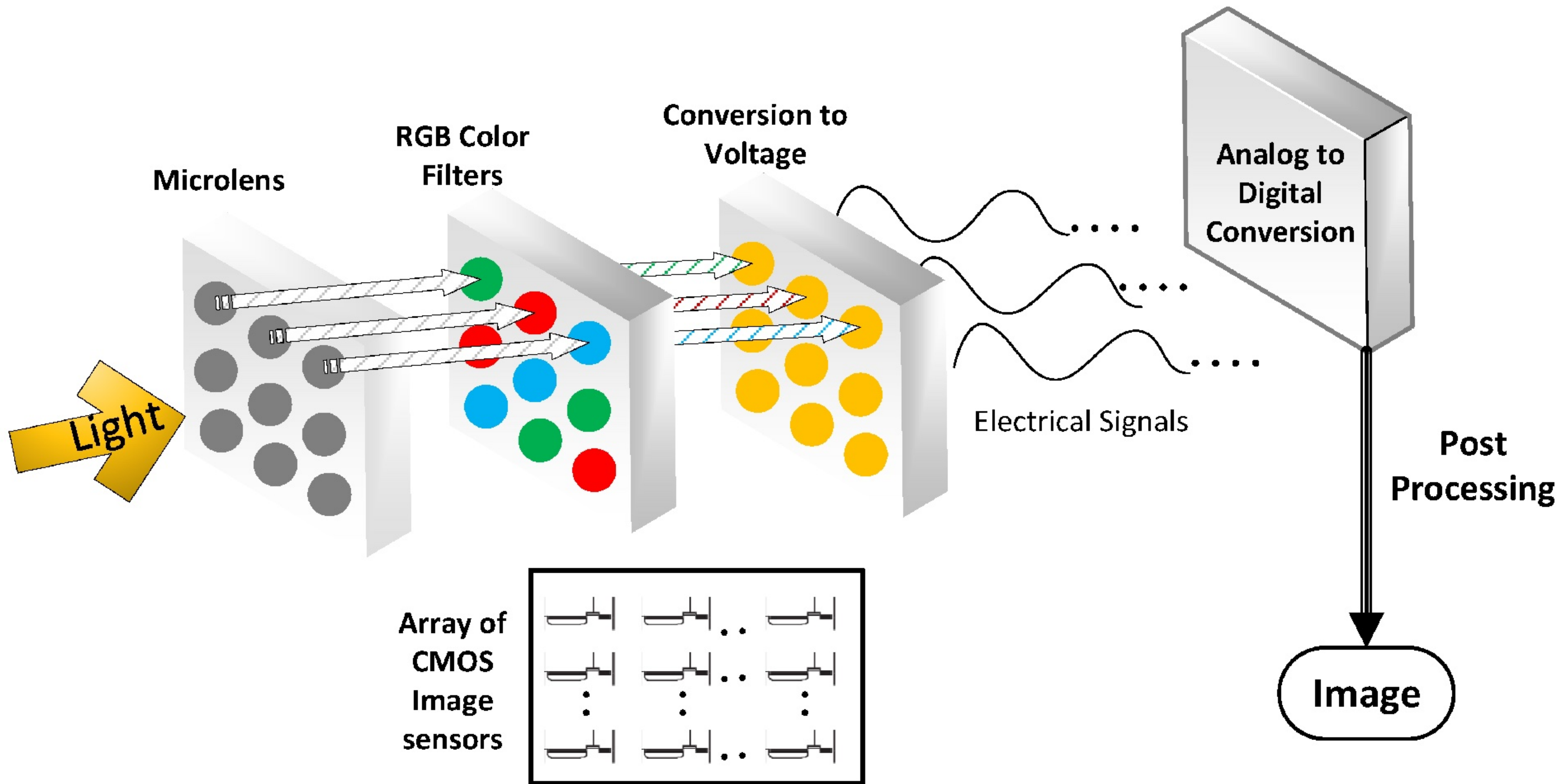




7.- Cámara

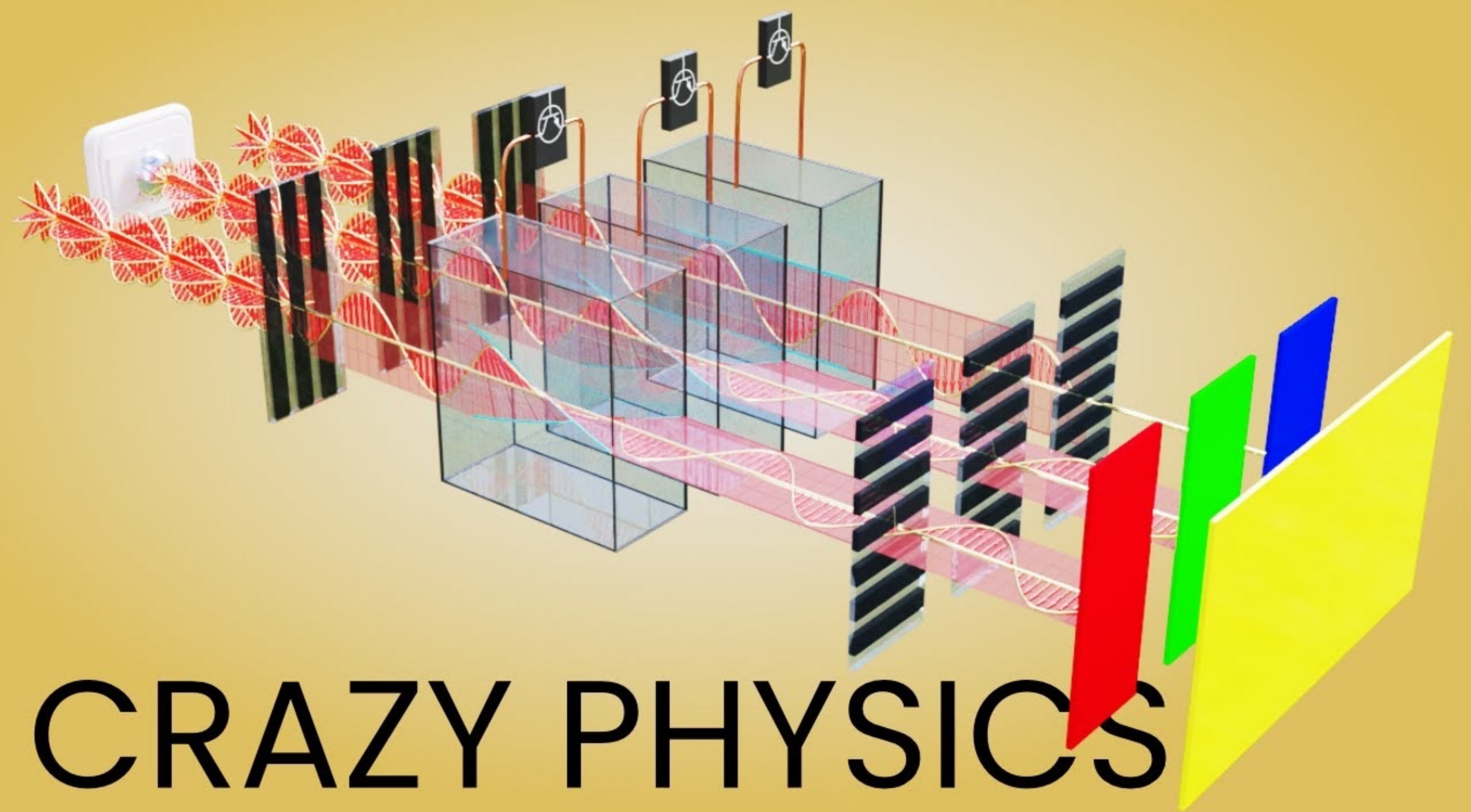






8.- Pantalla LED/OLED



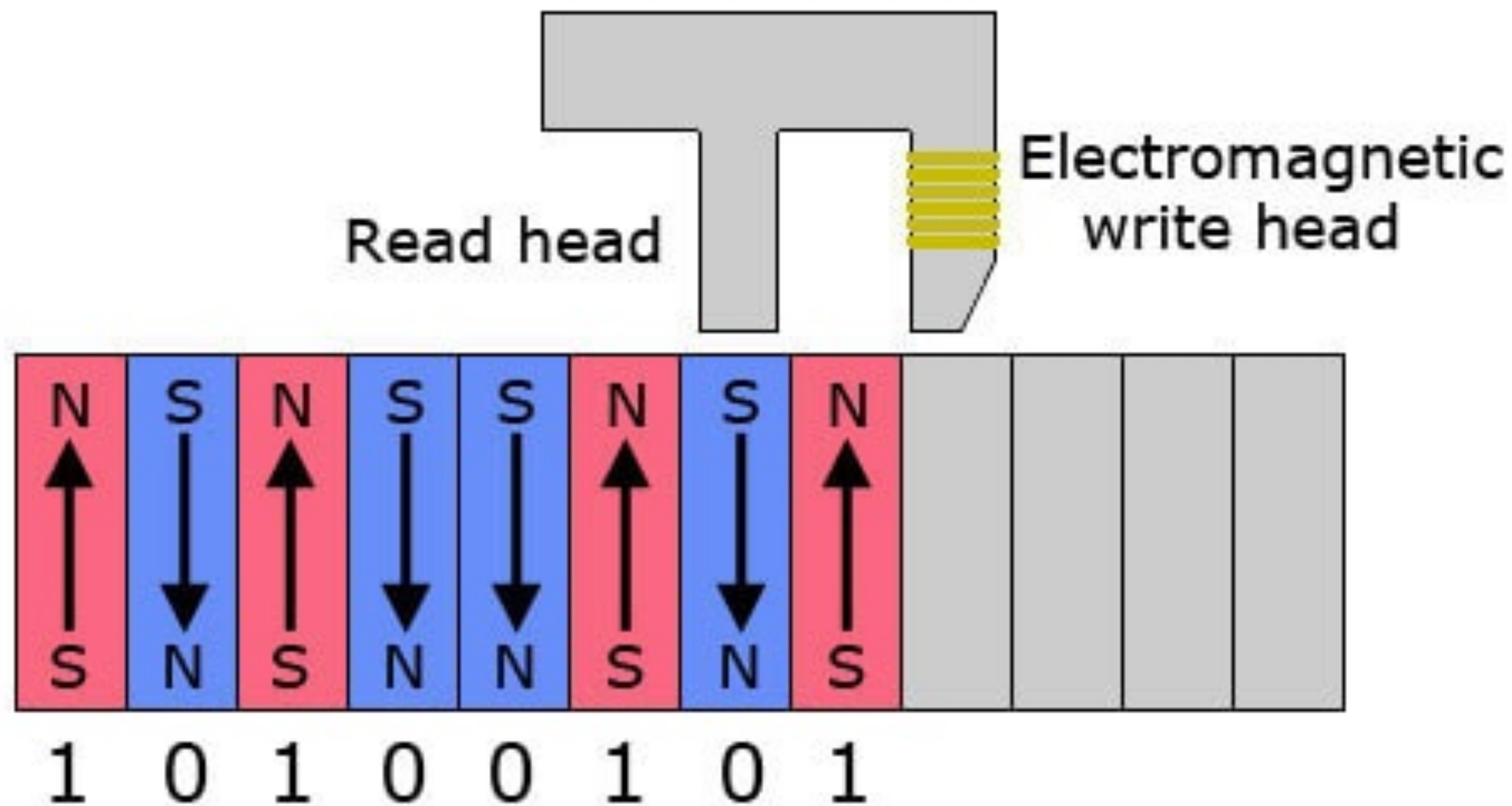


CRAZY PHYSICS

9.- Disco Duro



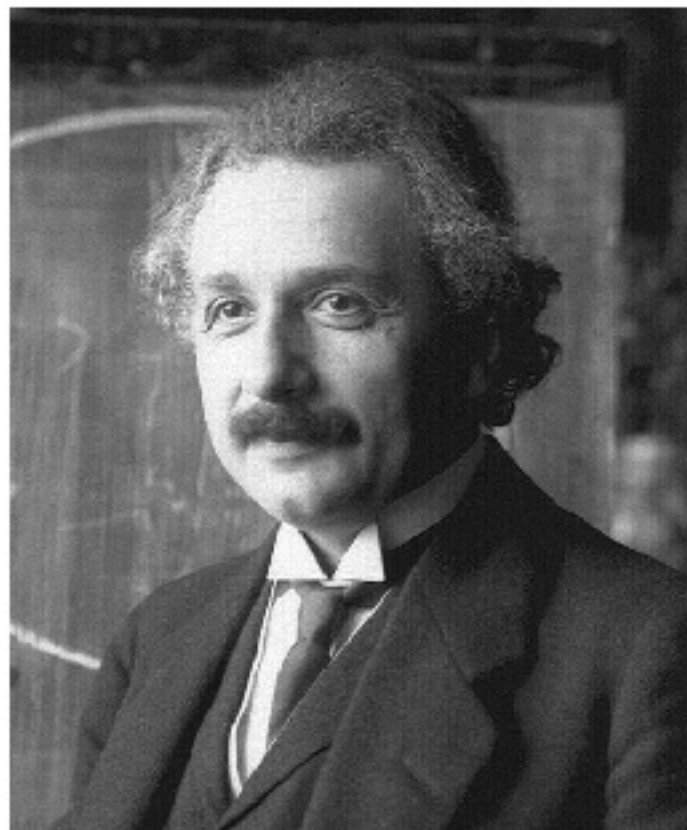
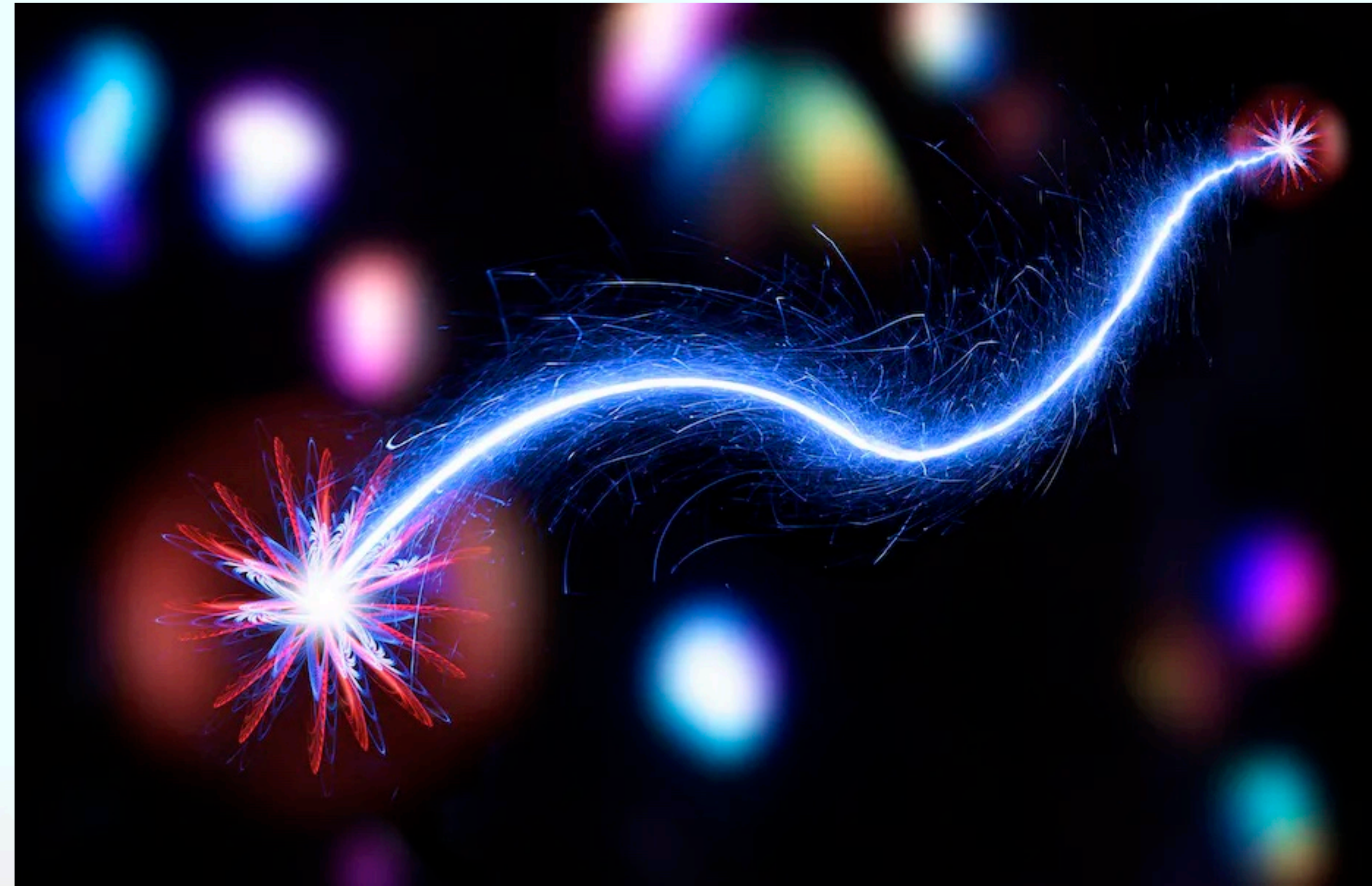
Hard drive read/write head



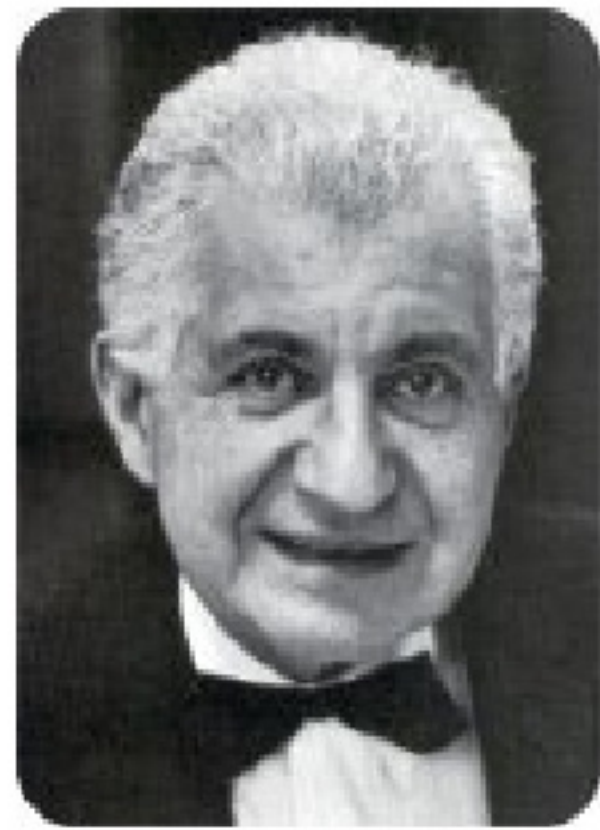
Correlación Cuántica

Albert Einstein, Boris Podolsky y Nathan Rosen (1935)

- Una “tenebrosa acción a distancia”



Albert Einstein



Boris Podolsky



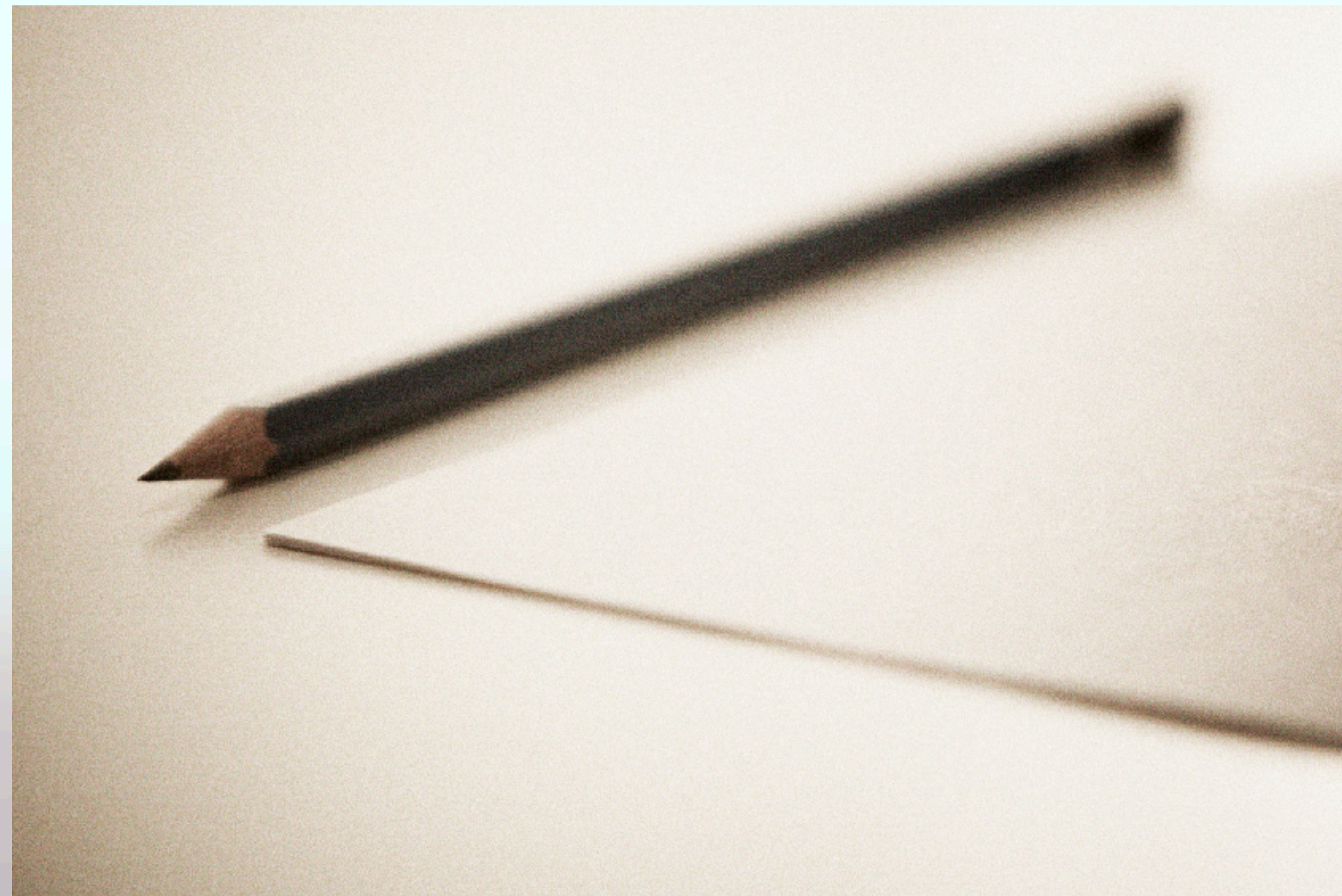
Nathan Rosen

La ley de los \$7 pesos...

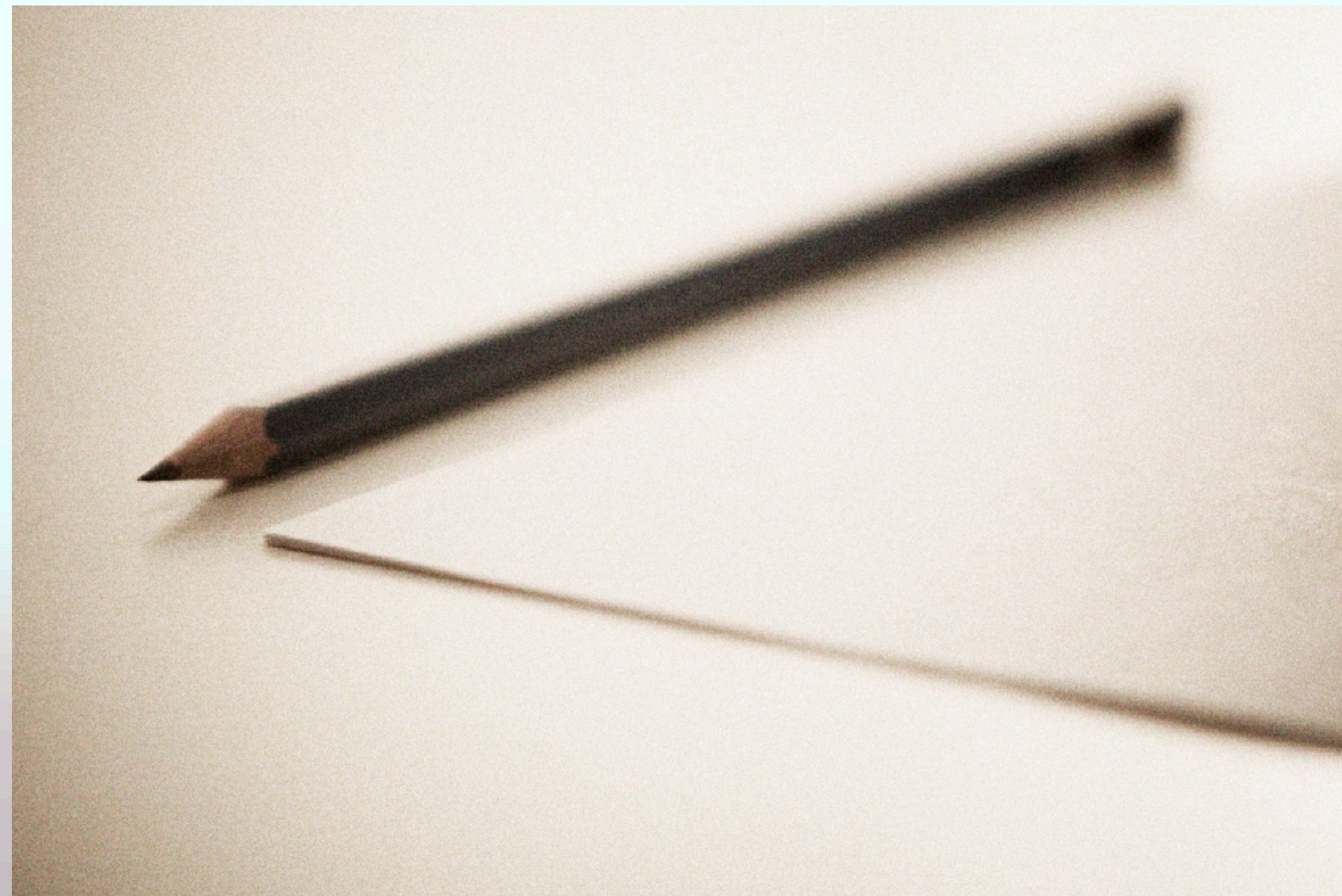
Otro ejemplo de correlación...

Nuestras mentes “están
correlacionadas”...

Imagina que tienes lápiz y
papel...

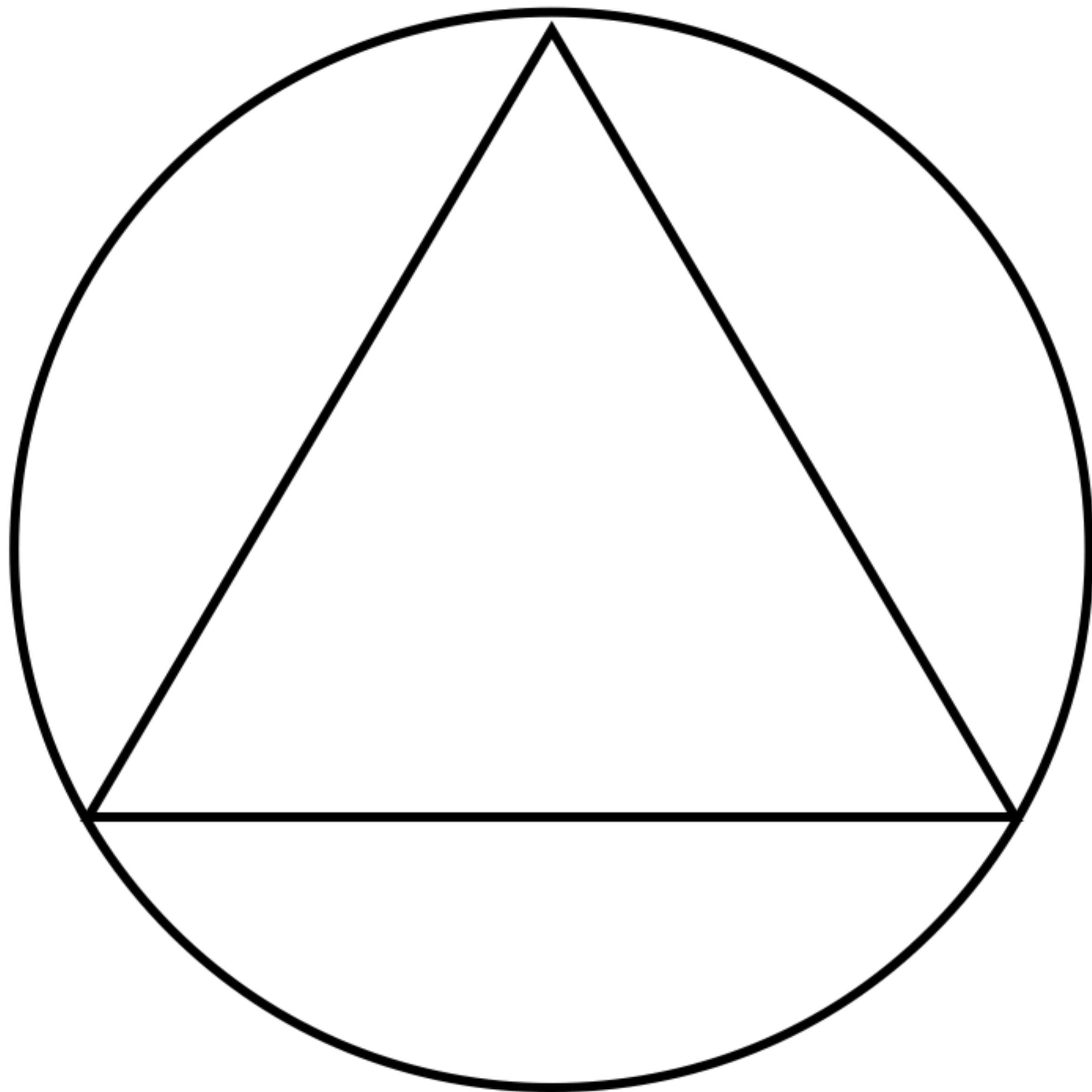


Dibuja dos figuras geométricas simples, una dentro de otra...



¿Ya?...

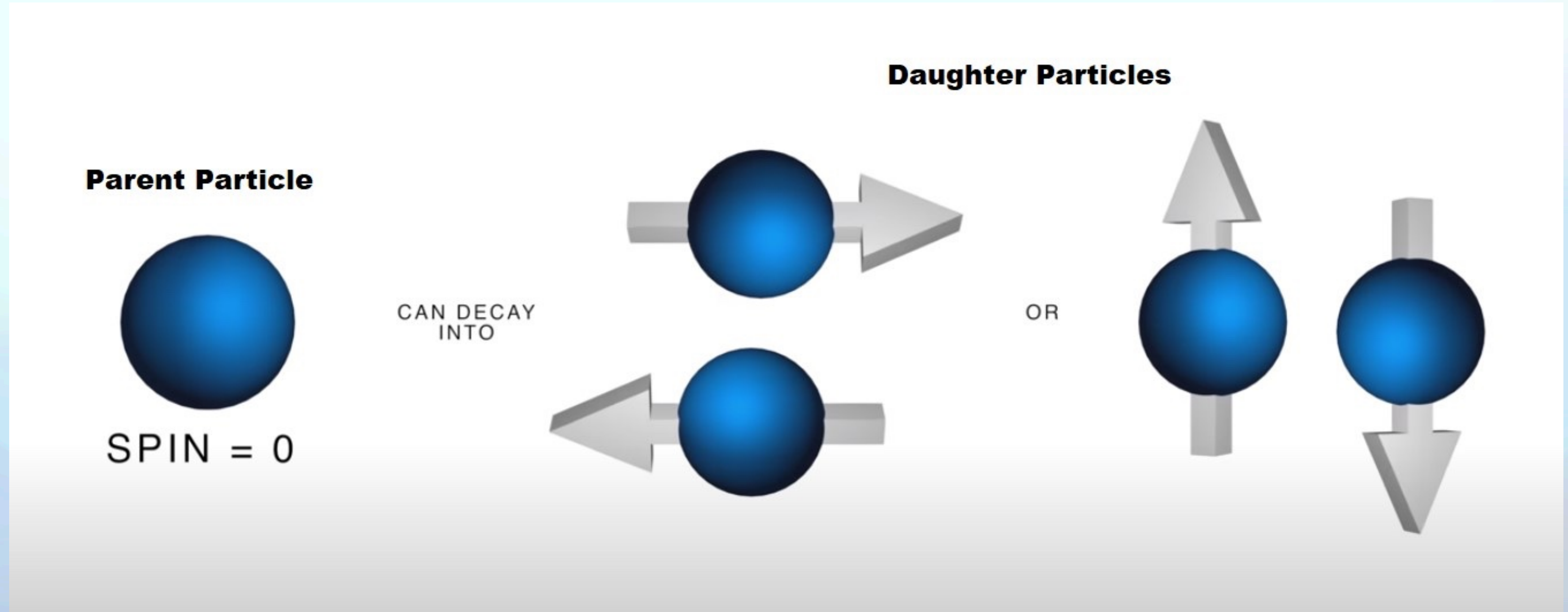
¿Pensaste en esto?



Entrelazamiento Cuántico

Albert Einstein, Boris Podolsky y Nathan Rosen (1935)

- Una “tenebrosa acción a distancia”: la **medición** en una partícula automáticamente afecta a la otra.



...quizá no te habías dado
cuenta...

...la Física Cuántica siempre
estuvo a tu alrededor.

¡Gracias!

facebook

Ingeniería Física UACJ