



La relatividad y la cuántica en nuestro día a día

Alvaro Rubio García, IEM-CSIC

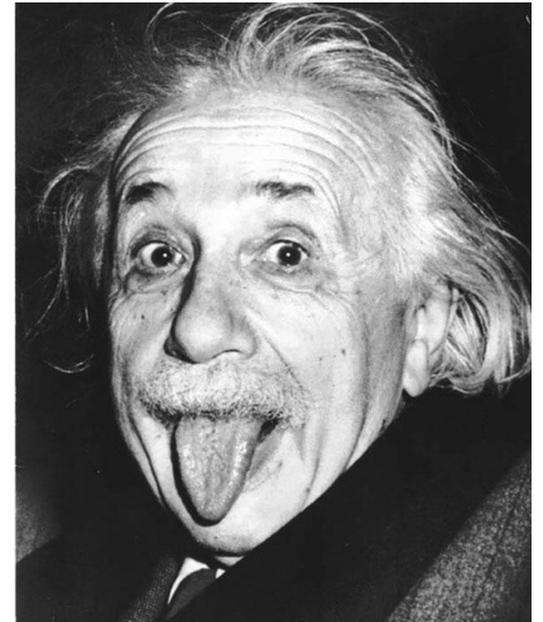


Indice

- Relatividad especial y general:
 - GPS.
- Mecánica cuántica:
 - Teoría del color.
 - Resonancia magnética.
 - Láseres.
 - Transistores.

Relatividad

- Relatividad especial (1905): descripción del espacio-tiempo.
- Relatividad general (1915): descripción de la gravedad.





Relatividad especial

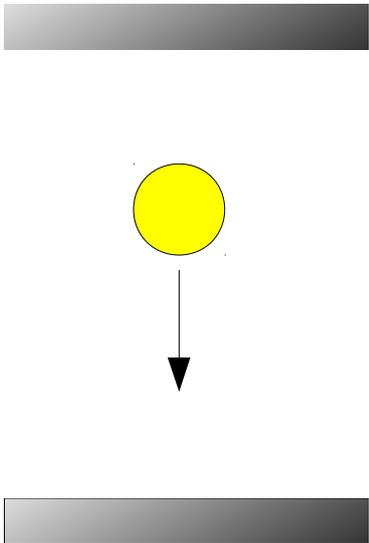
- Cómo percibimos un objeto en movimiento con velocidad constante.
- **La velocidad de la luz en el vacío es constante (300.000 km/segundo).**

Relatividad especial

- Cómo percibimos un objeto en movimiento con velocidad constante.
- **La velocidad de la luz en el vacío es constante (300.000 km/segundo).**
- Consecuencias:
 - Dilatación temporal.
 - Masa relativista: $E = mc^2$
 - Velocidad máxima permitida: velocidad de la luz.

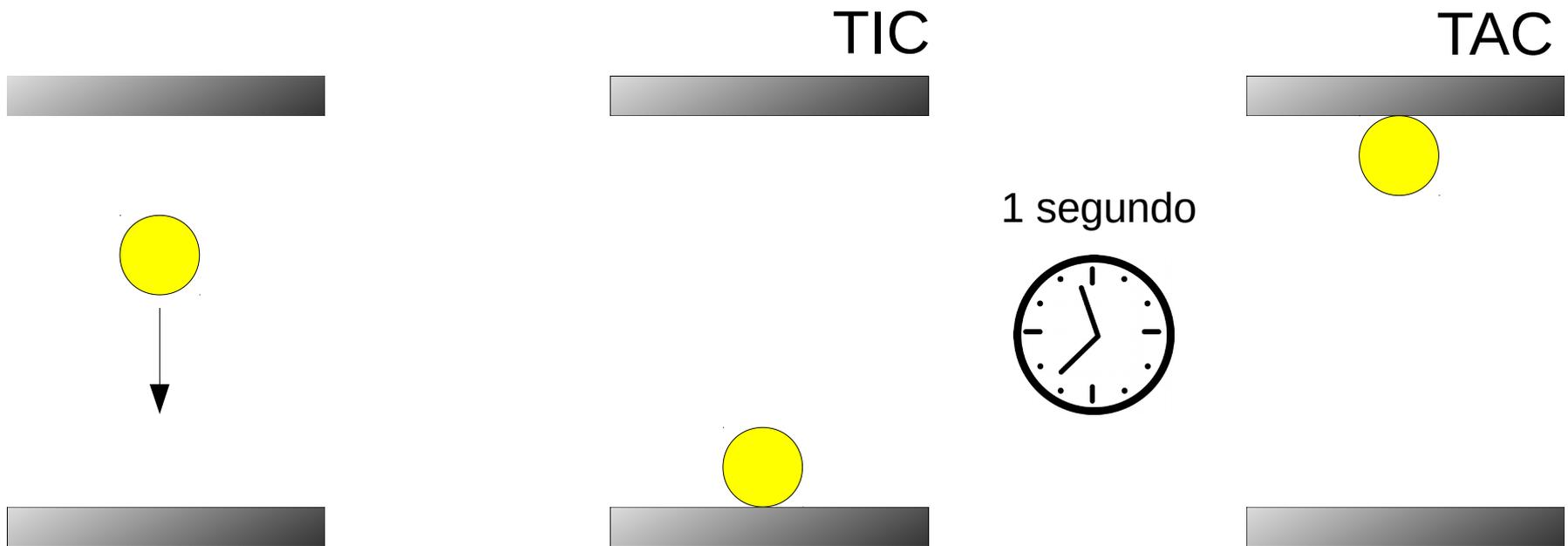
Dilatación temporal

- Si yo miro una persona en un tren que va a cierta velocidad, veré cómo esa persona se mueve más despacio.
- Experimento mental: reloj de luz.

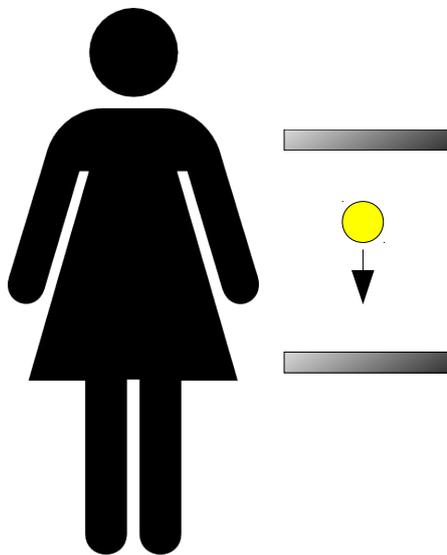
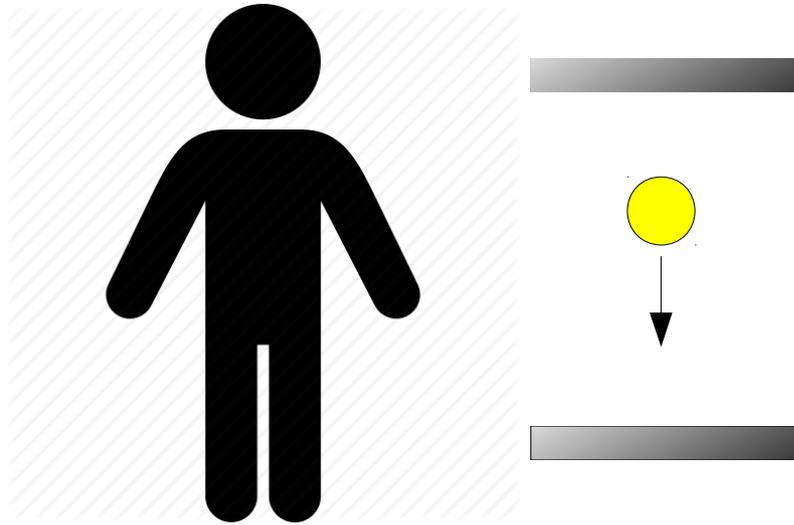


Dilatación temporal

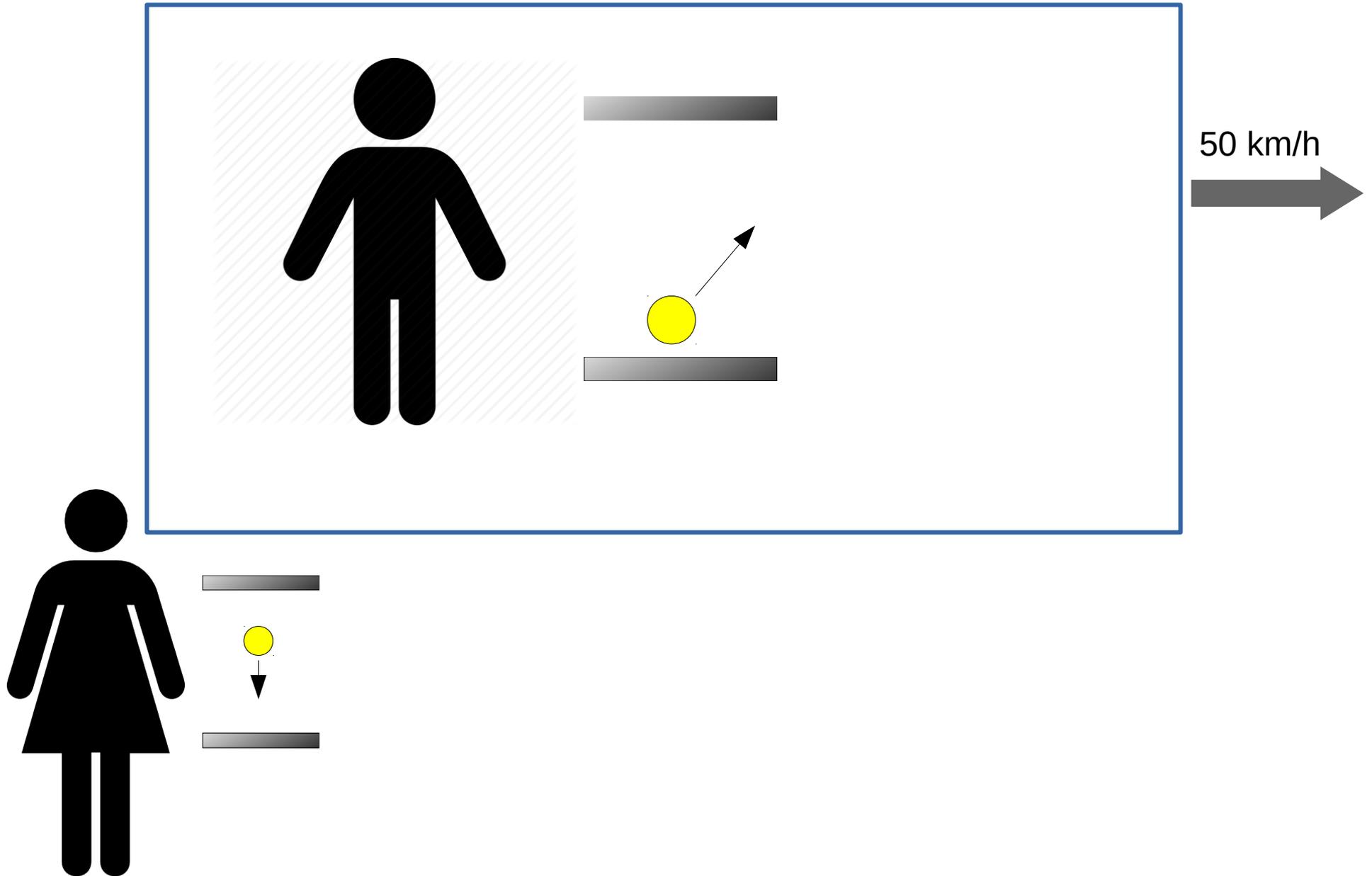
- Si yo miro una persona en un tren que va a cierta velocidad, veré cómo esa persona se mueve más despacio.
- Experimento mental: reloj de luz.



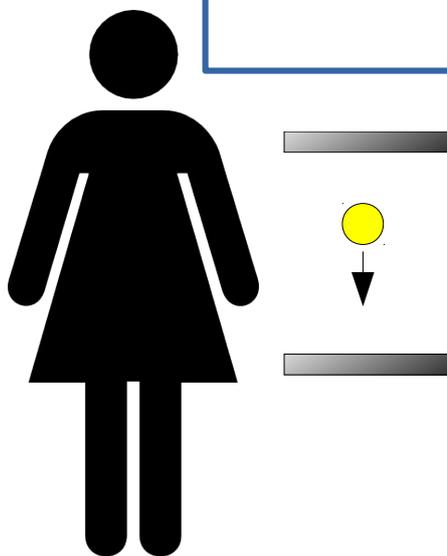
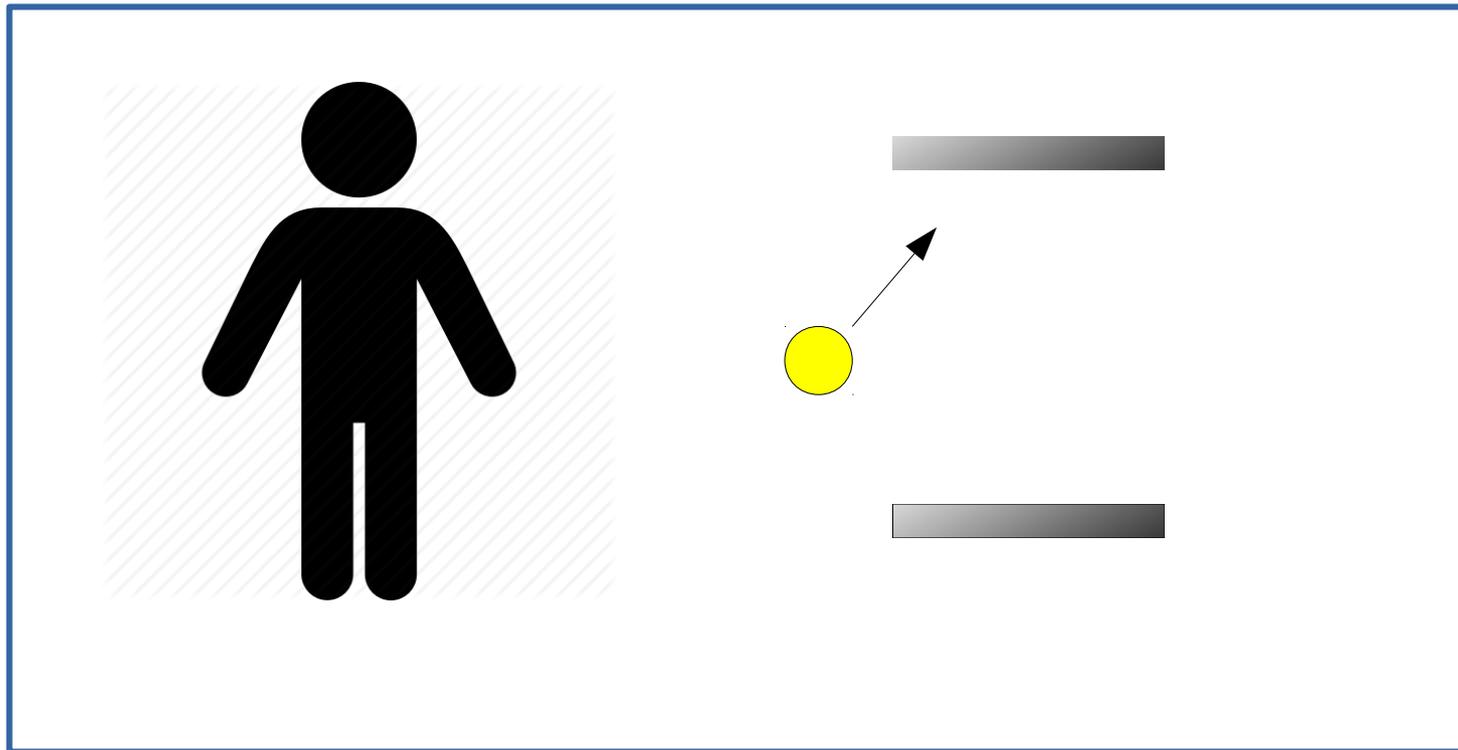
Dilatación temporal



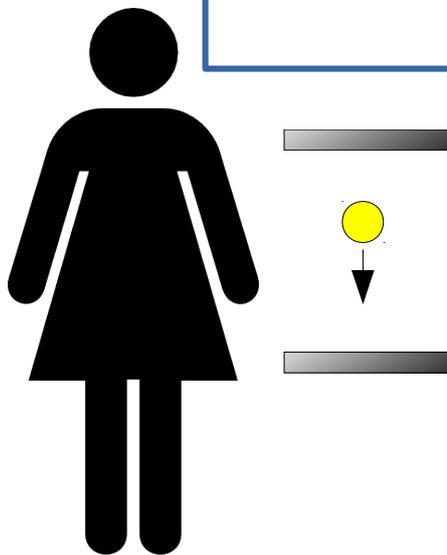
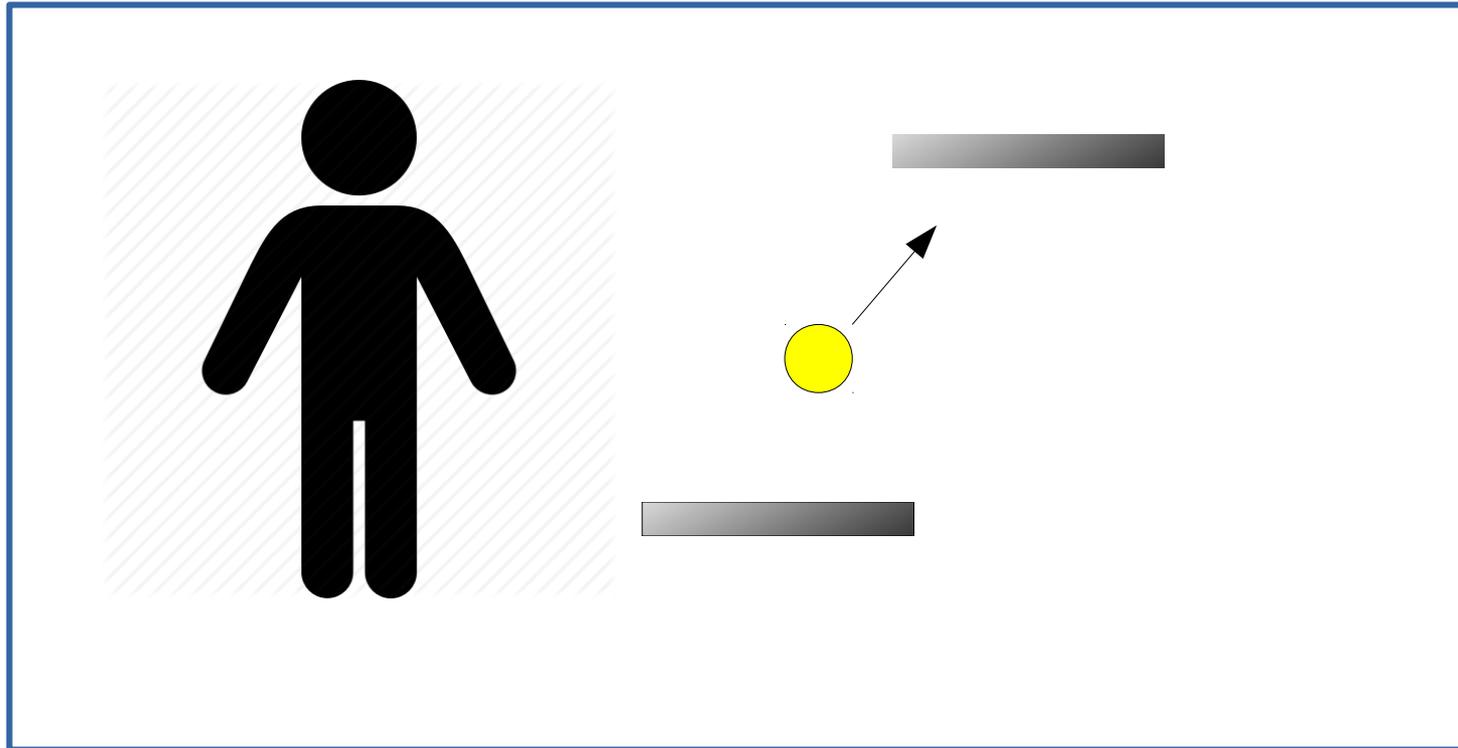
Dilatación temporal



Dilatación temporal

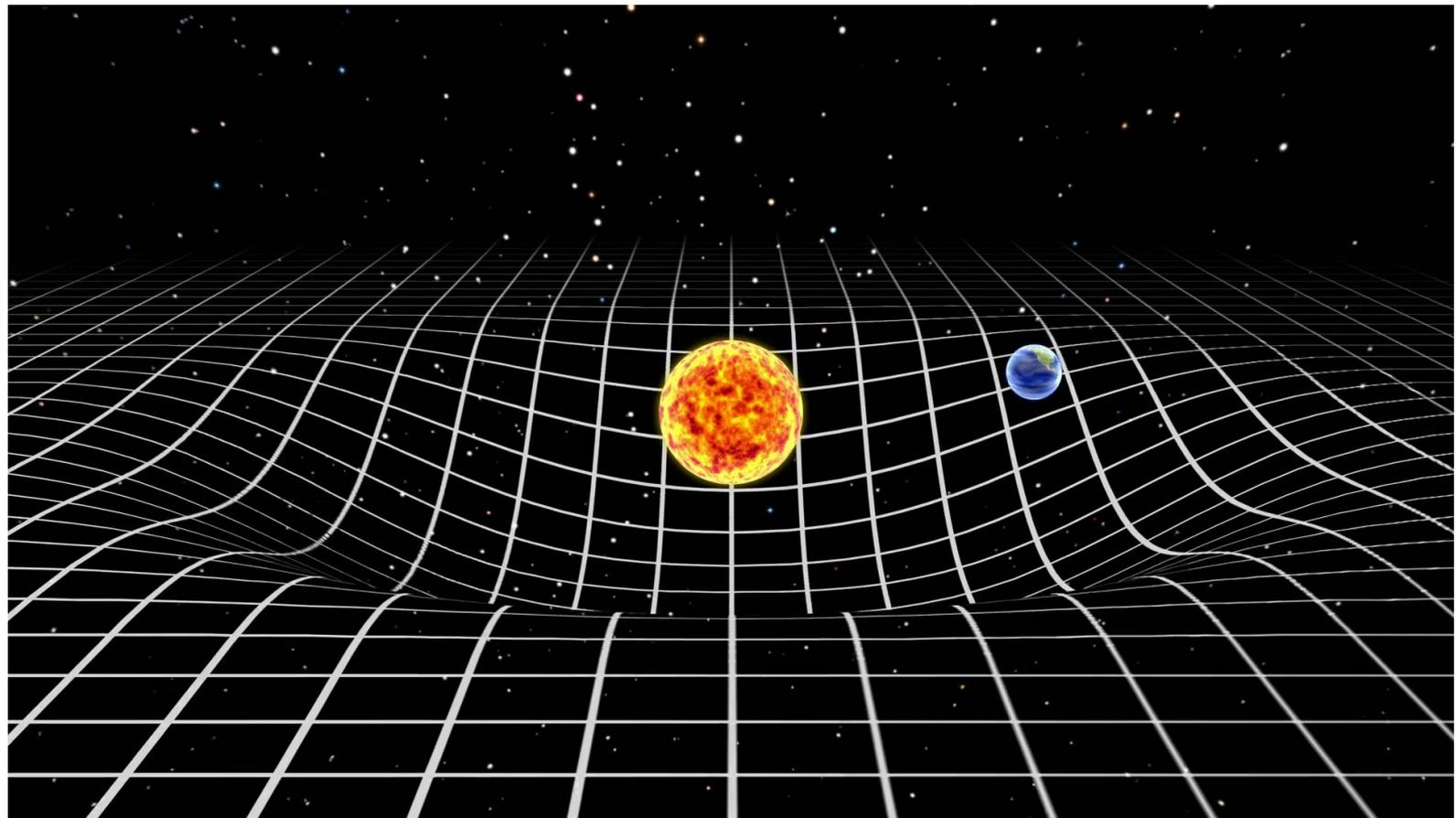


Dilatación temporal



Relatividad general

- Descripción actual de la gravedad en el universo (a través de la curvatura del espacio-tiempo).



Relatividad general

- Predicciones:
 - Dilatación temporal gravitatoria.
 - Agujeros negros.
 - Lentes gravitacionales.

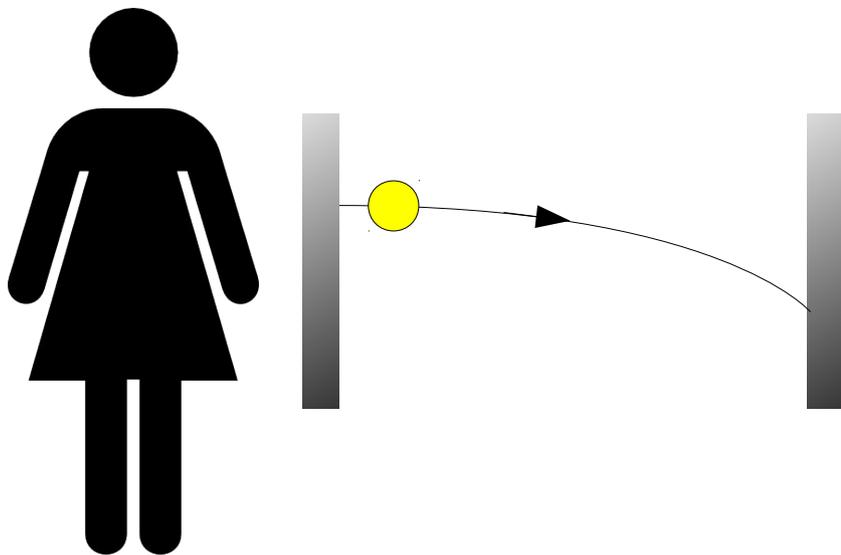
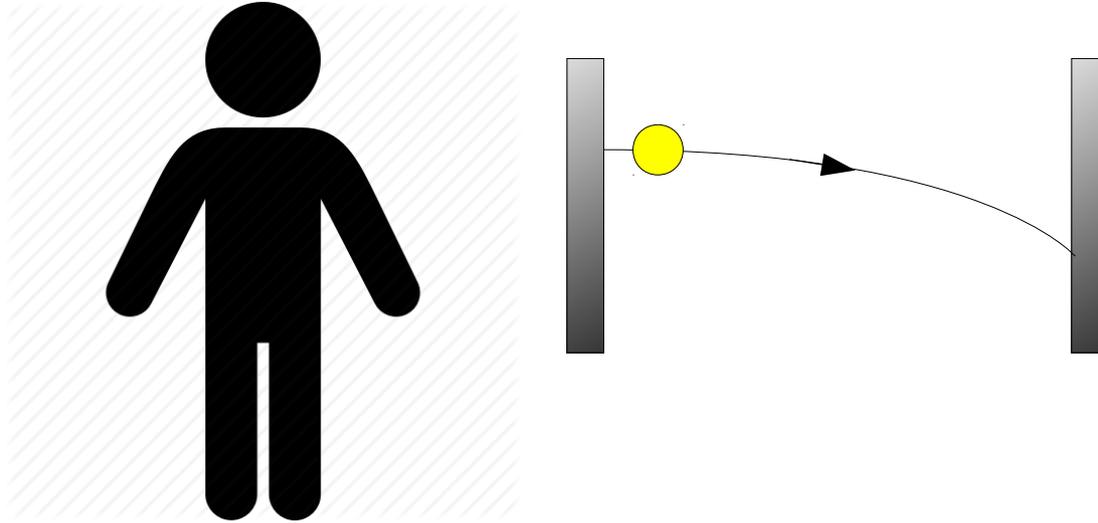




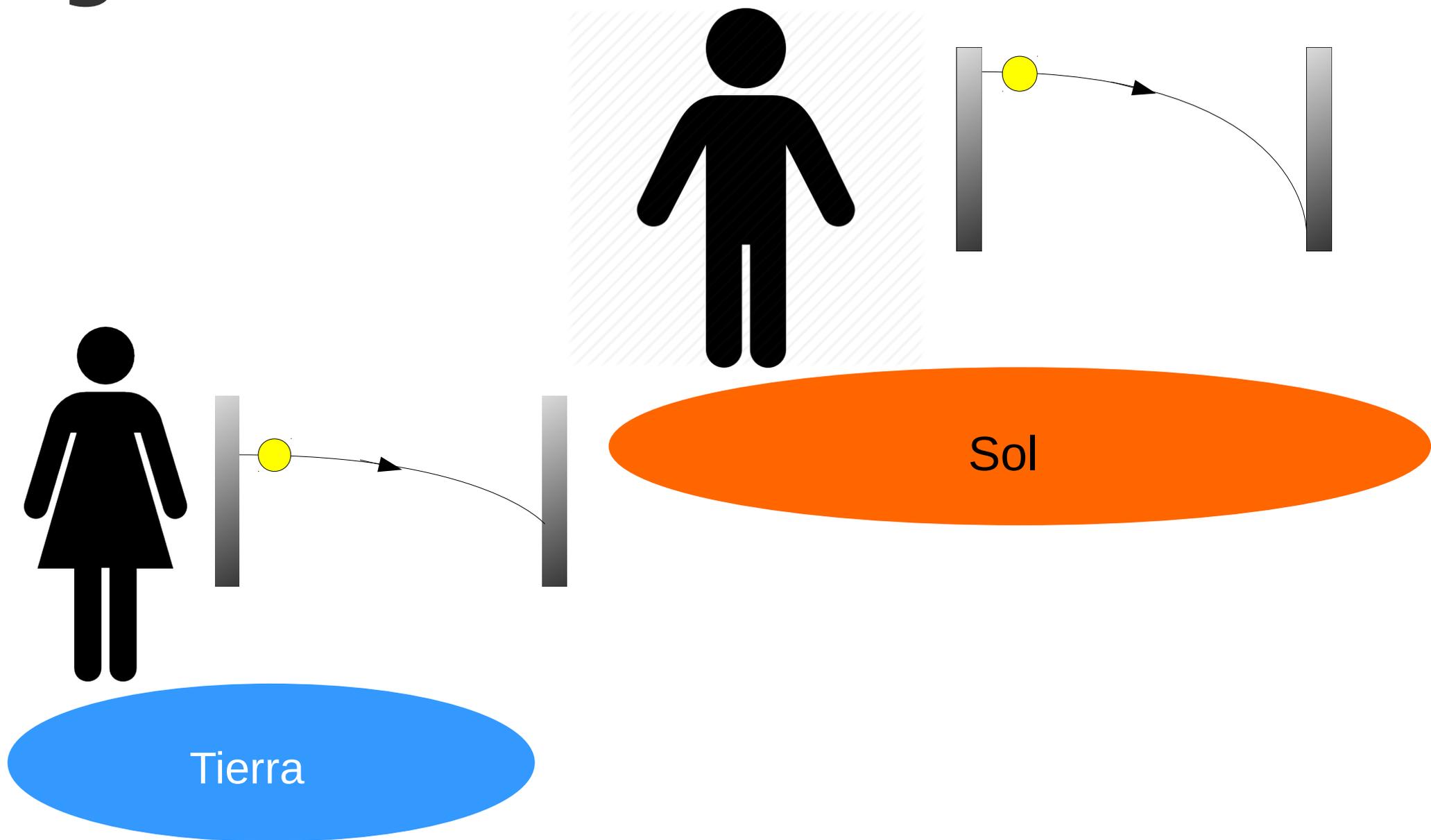
Dilatación temporal gravitatoria.

- Si yo miro un objeto bajo mayor fuerza de la gravedad que yo, percibo cómo este se mueve más despacio.

Dilatación temporal gravitatoria.



Dilatación temporal gravitatoria.





Relatividad: el GPS

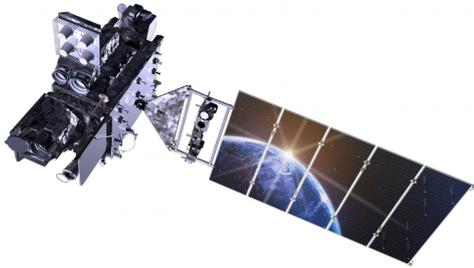
- Funciona triangulando cuatro satélites.

Relatividad: el GPS



3400 km

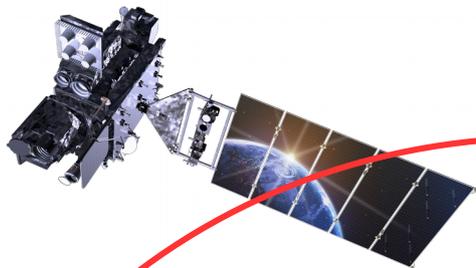
Relatividad: el GPS



4500 km

3400 km

Relatividad: el GPS

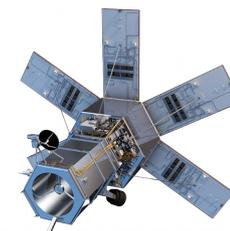
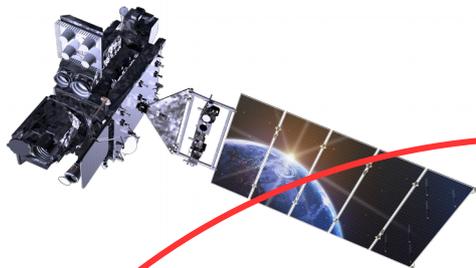


4500 km

2100 km

3400 km

Relatividad: el GPS



1900 km

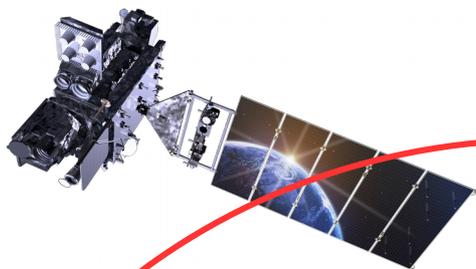
3400 km

4500 km

2100 km



Relatividad: el GPS



1900 km

3400 km

4500 km

2100 km





Relatividad: el GPS

- Debemos conocer dos cosas:
 - Dónde están los cuatro satélites.
 - Qué distancia nos separa de cada uno.



Relatividad: el GPS

- Debemos conocer dos cosas:
 - Dónde están los cuatro satélites.
 - Qué distancia nos separa de cada uno.

Relatividad: el GPS

- Debemos conocer dos cosas:
 - Dónde están los cuatro satélites.
 - Qué distancia nos separa de cada uno.
 - Distancia = diferencia tiempo x velocidad
de la luz



Relatividad: el GPS

- Correcciones relativistas:
 - Relatividad especial: -0.000007 segundos
 - Relatividad general: 0.000045 segundos
- Los relojes de un satélite se adelantan 0.000038 segundos al día.

Relatividad: el GPS

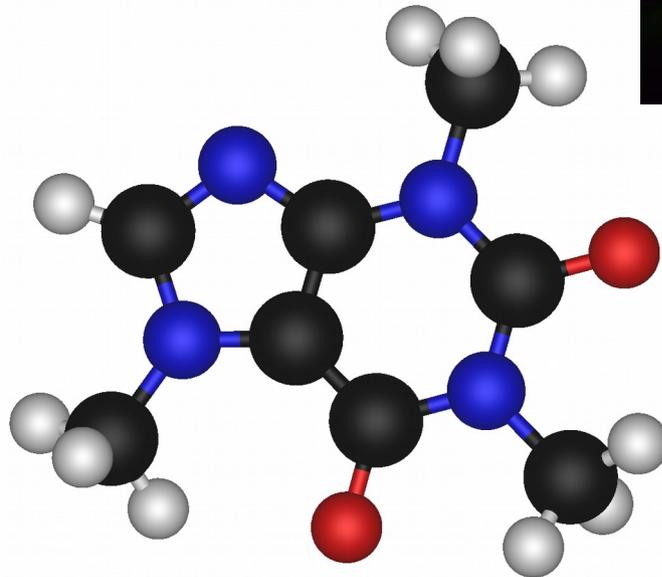
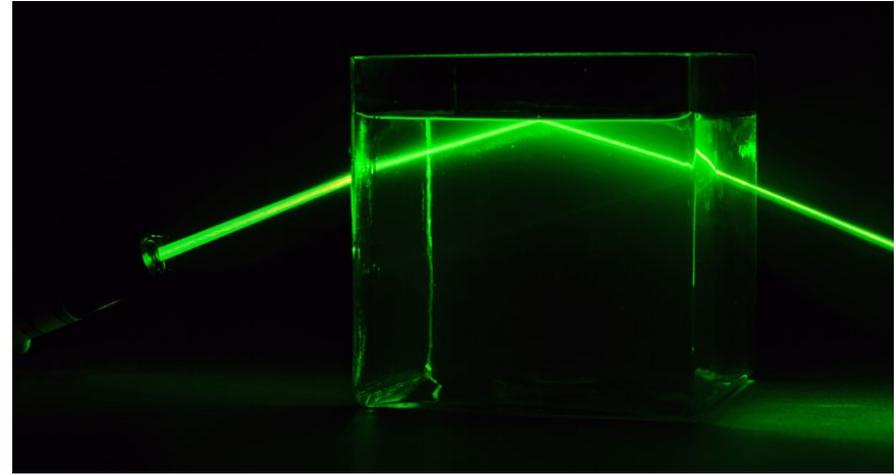
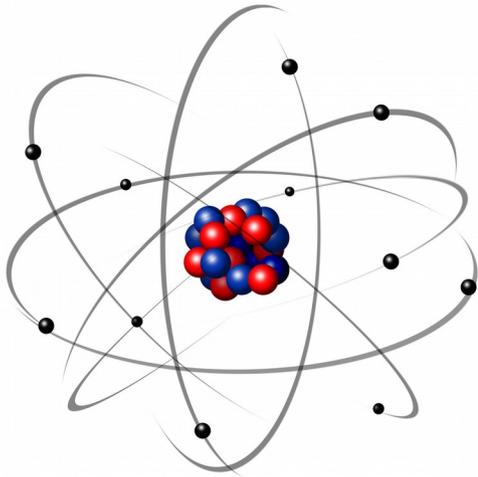
- Correcciones relativistas:
 - Relatividad especial: -0.000007 segundos
 - Relatividad general: 0.000045 segundos
- Los relojes de un satélite se adelantan 0.000038 segundos al día.

- Sin relatividad:

Tiempo sin tener en cuenta la Relatividad	Precisión del GPS
20 segundos	Varios metros
1 día	10 km

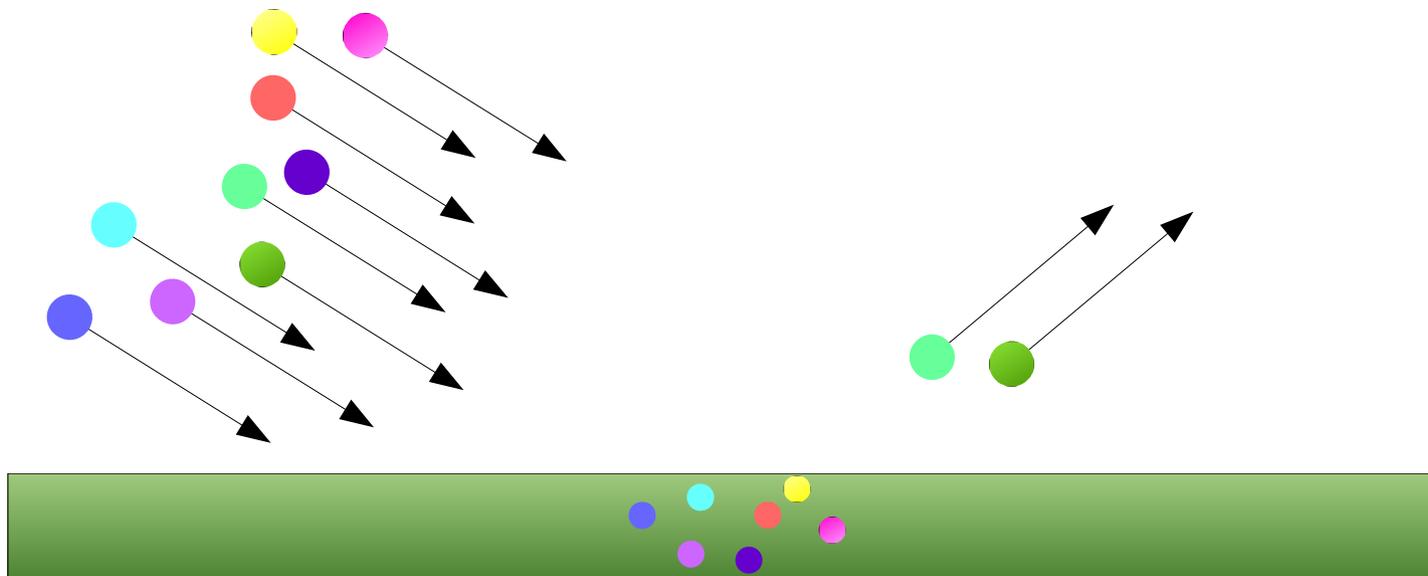
Mecánica cuántica

- Teoría de todo lo muy pequeño



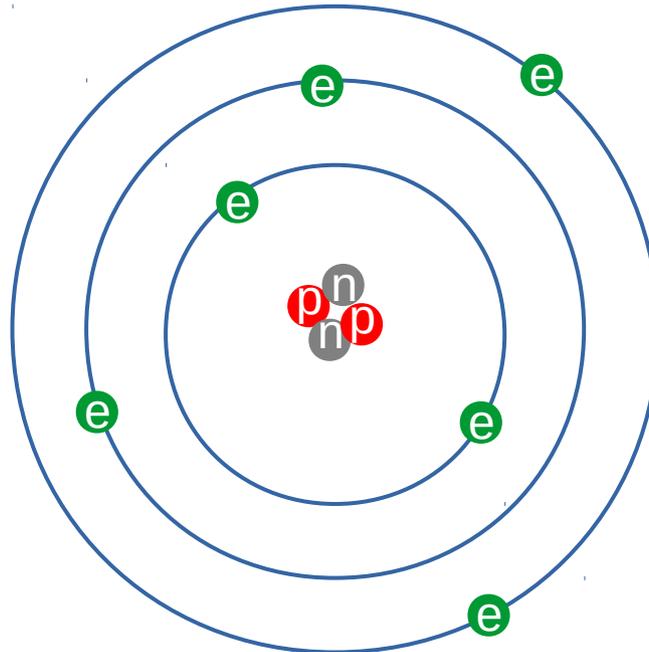
El color: la luz

- La luz se compone de fotones.
- Cada fotón tiene un color determinado.
- Un rayo de luz tiene muchos fotones de distintos colores.



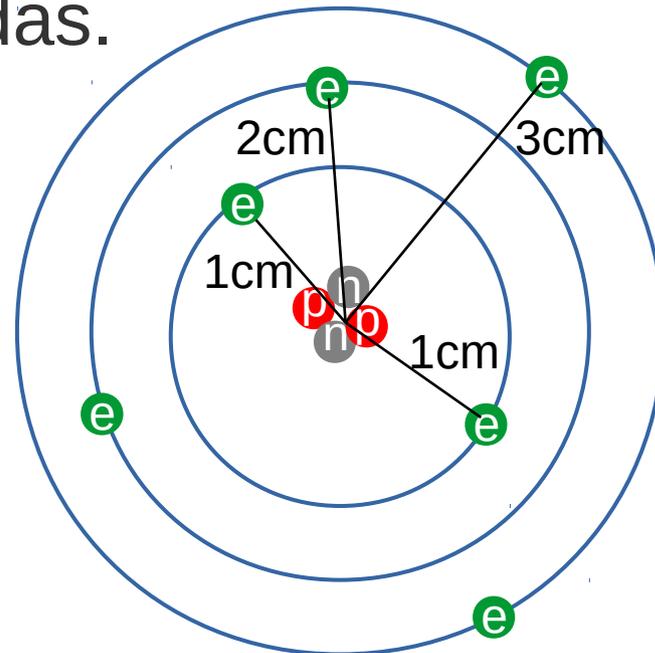
El color: la estructura del átomo

- Los átomos están formados por un núcleo y una capa electrónica.
- El núcleo se compone de neutrones y protones.



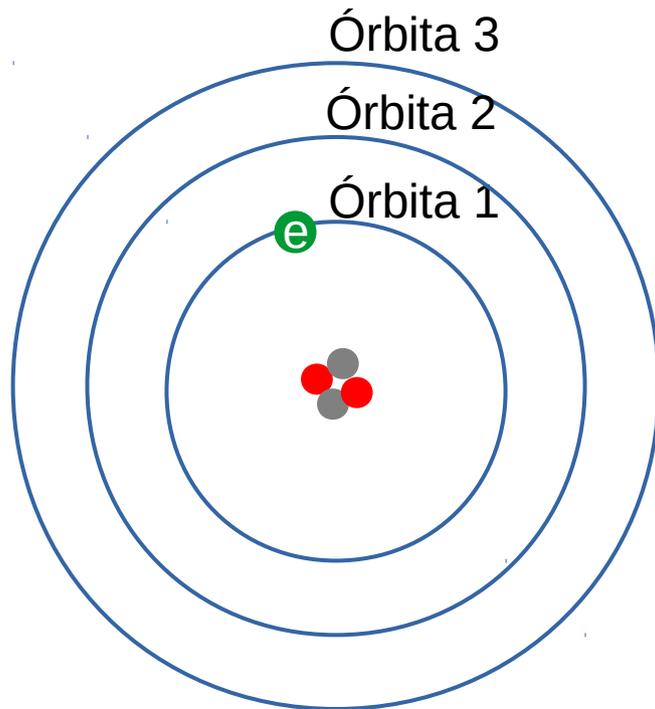
El color: la estructura del átomo

- Los átomos están formados por un núcleo y una capa electrónica.
- El núcleo se compone de neutrones y protones.
- Los electrones **solo** pueden viajar en unas órbitas determinadas.



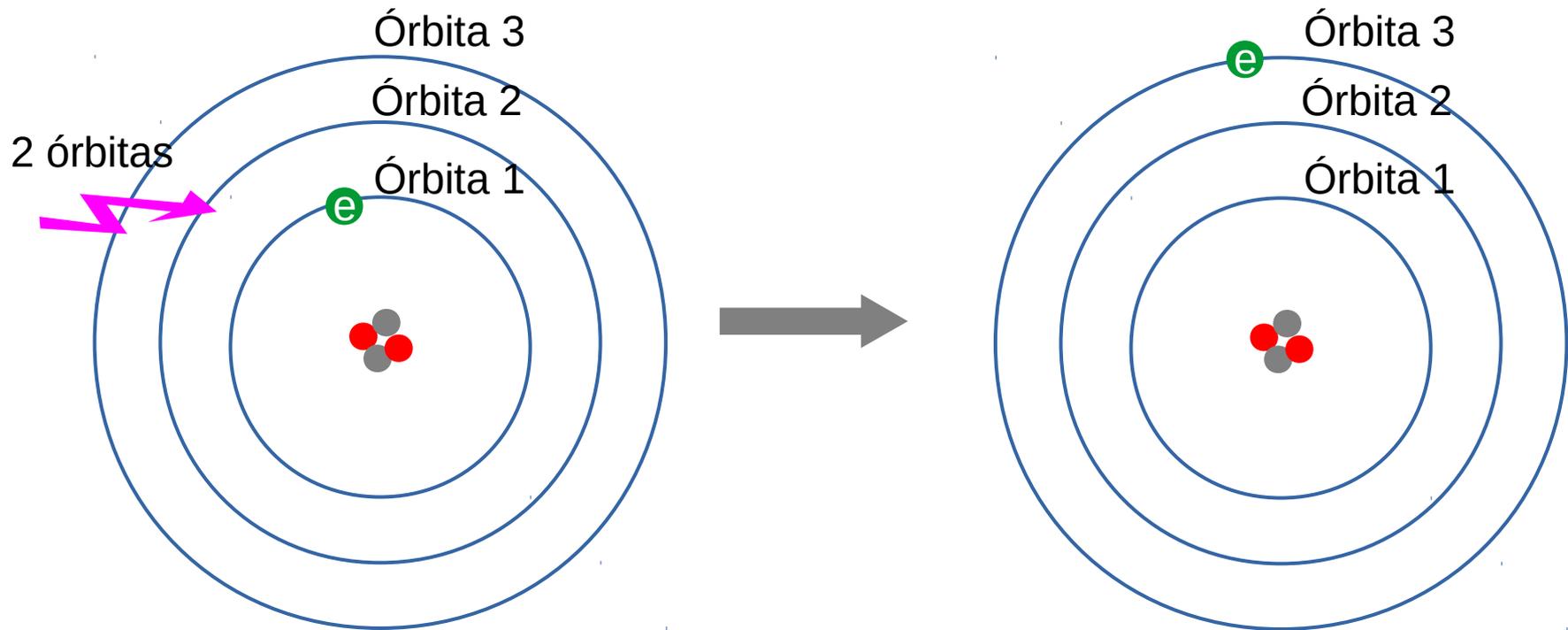
El color: la estructura del átomo

- Los electrones pueden saltar de una órbita a otra más lejana **absorbiendo** luz de un solo color.



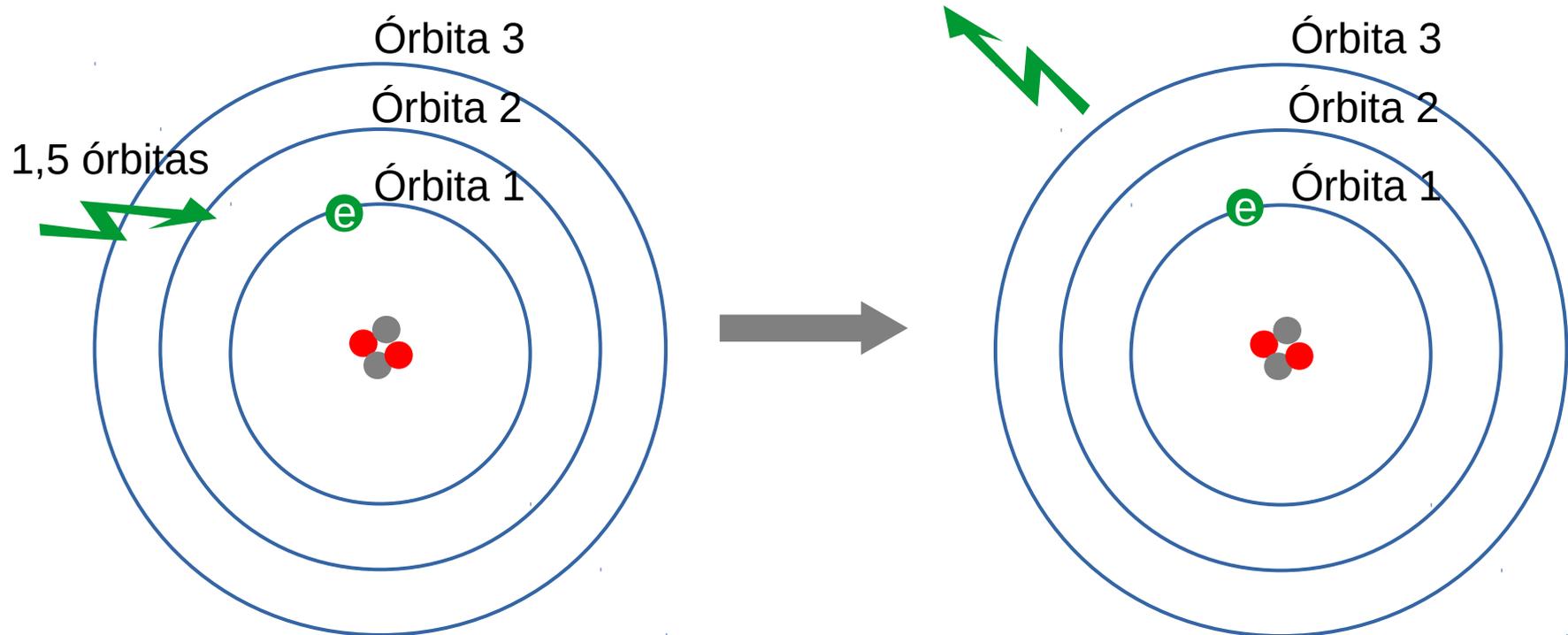
El color: la estructura del átomo

- Los electrones pueden saltar de una órbita a otra más lejana **absorbiendo** luz de un solo color.

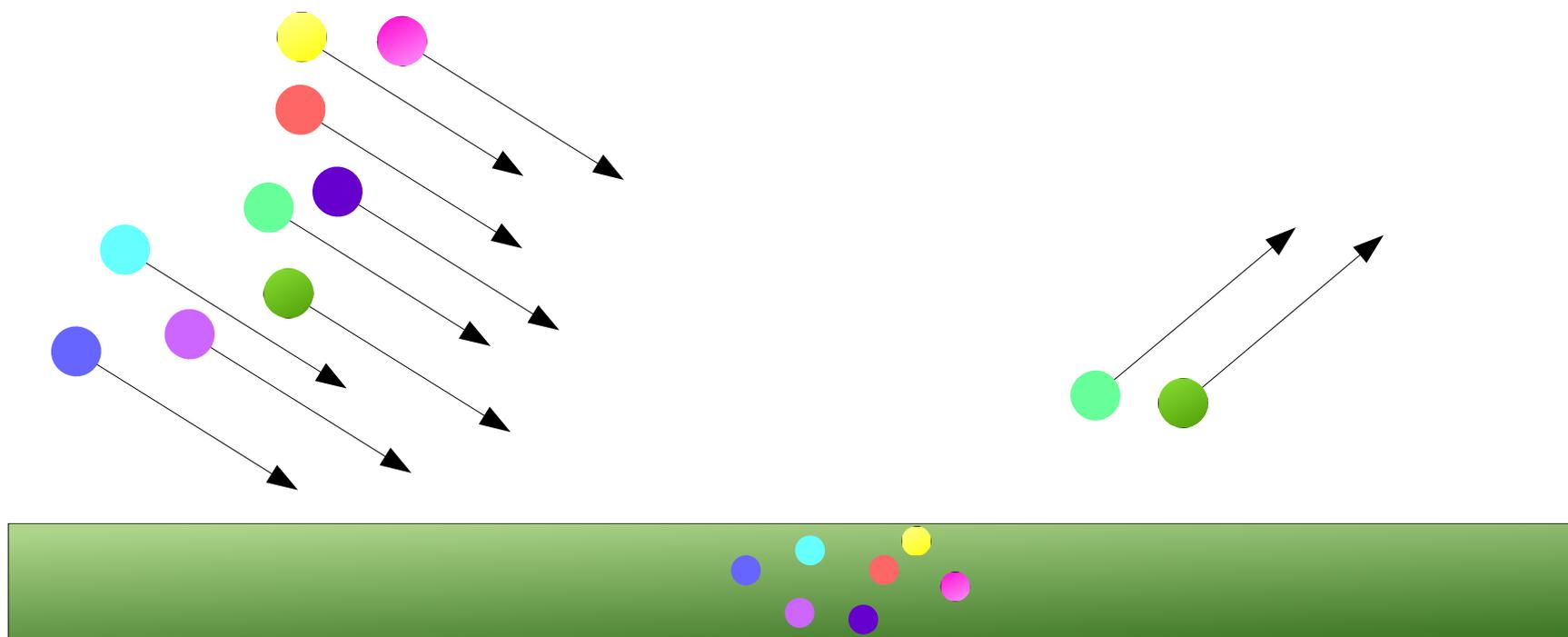


El color: la estructura del átomo

- Los electrones pueden saltar de una órbita a otra más lejana **absorbiendo** luz de un solo color.

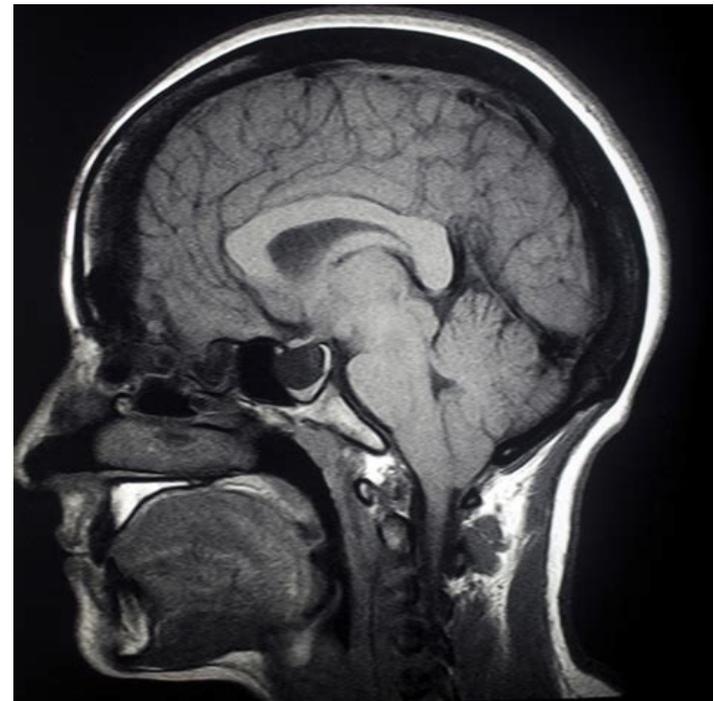
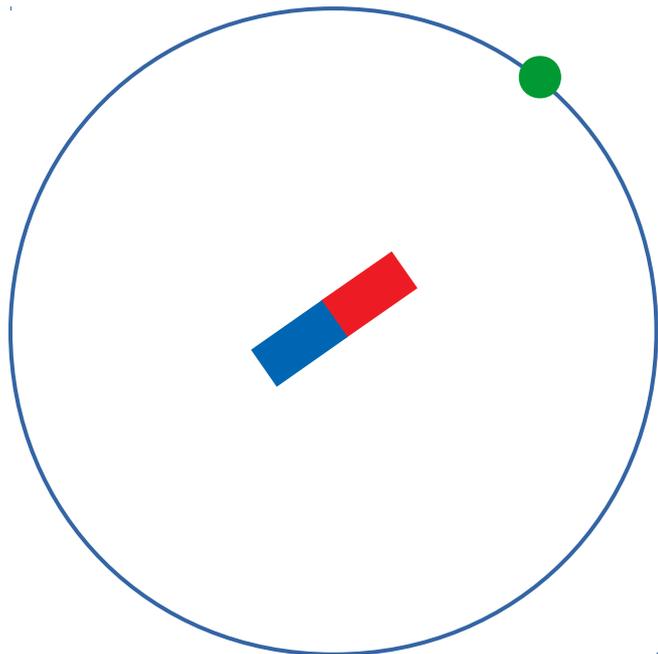


El color

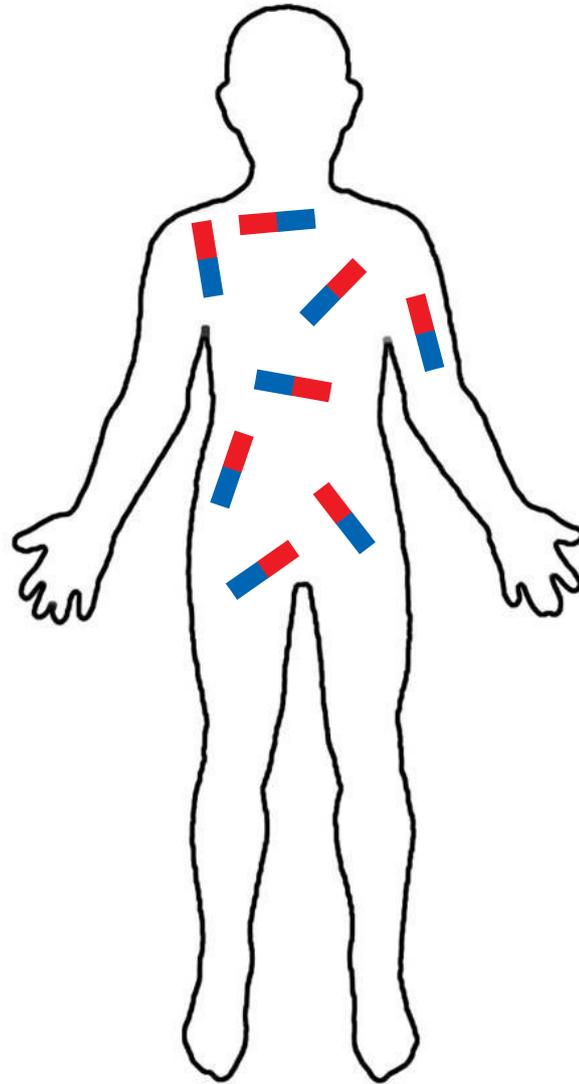


La resonancia magnetica

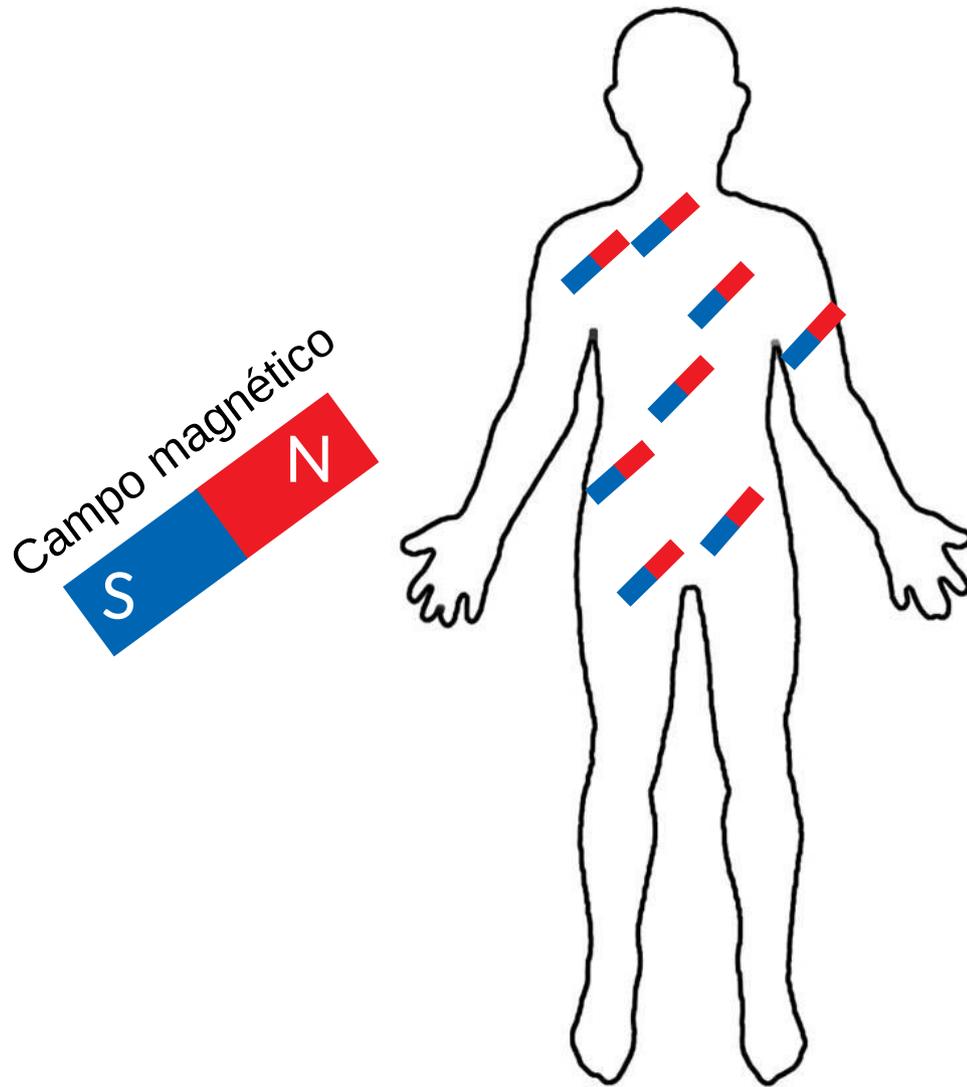
- Todas las partículas se comportan como si tuviesen un imán en su interior.
- La RM usa el imán de los átomos de Hidrógeno para tomar imágenes del cuerpo.



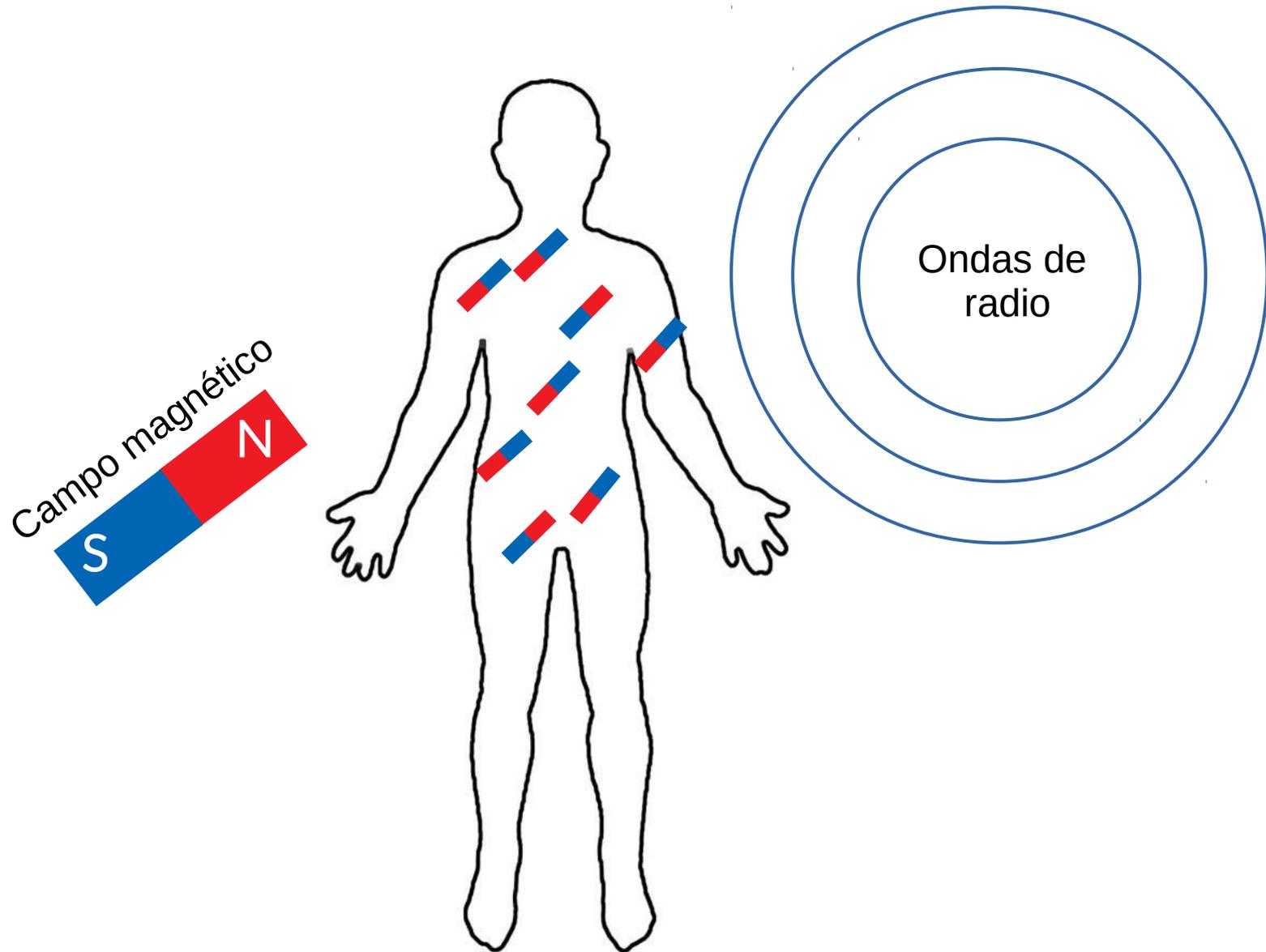
La resonancia magnetica



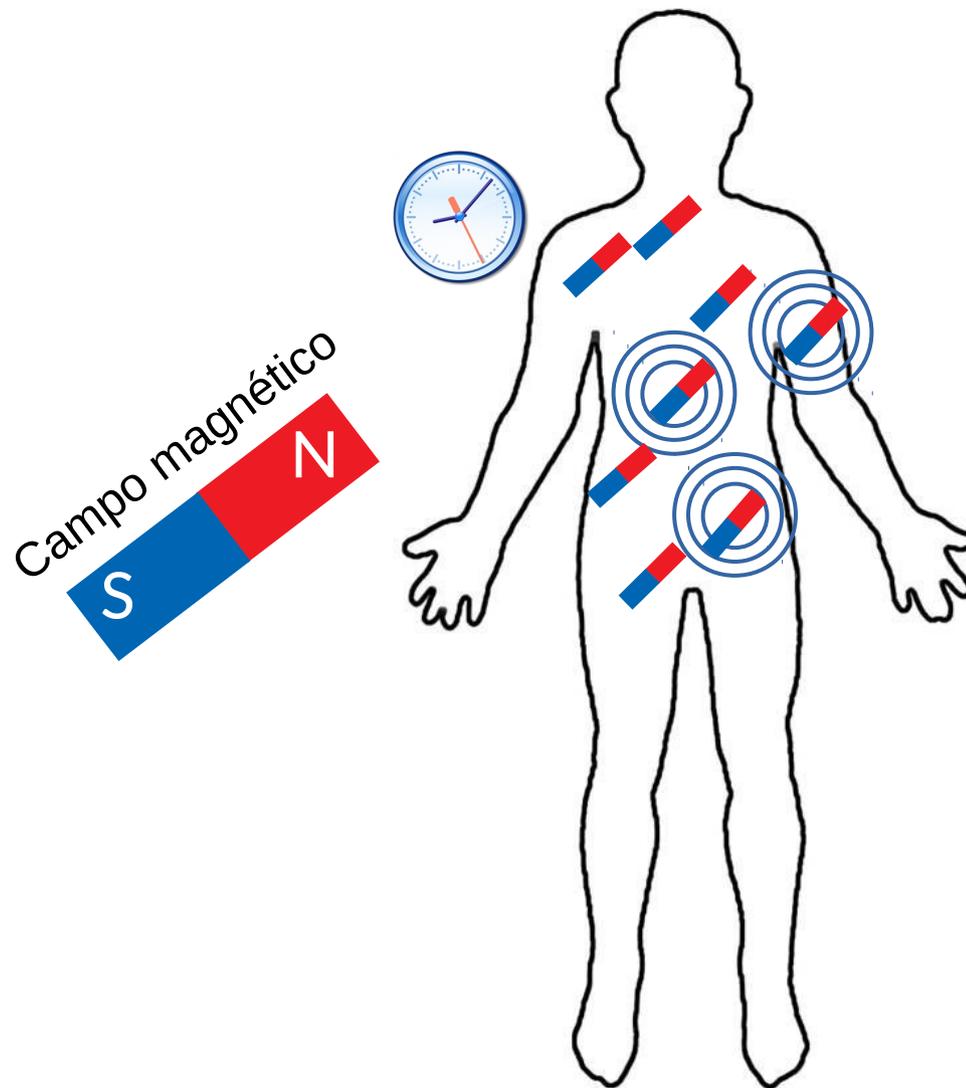
La resonancia magnetica



La resonancia magnetica



La resonancia magnetica



Tejido	Tiempo (milisegundos)
Grasa	180
Hígado	270
Músculo	600
Agua	2500

*

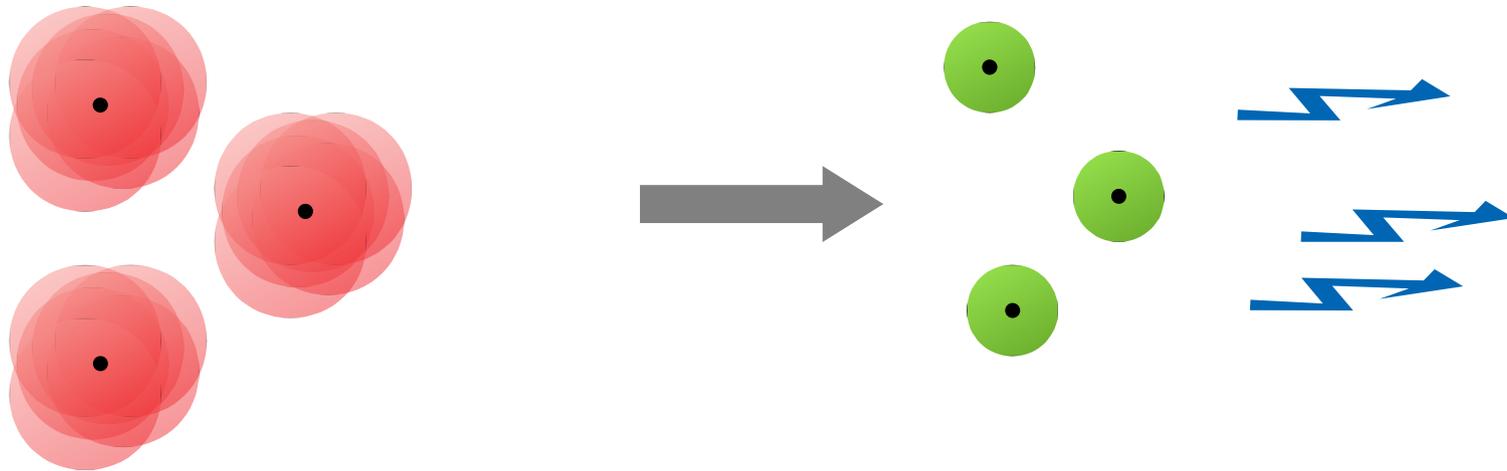
El laser

- Light Amplification by **Stimulated Emission** of Radiation.



El laser

- Light Amplification by **Stimulated Emission** of Radiation.

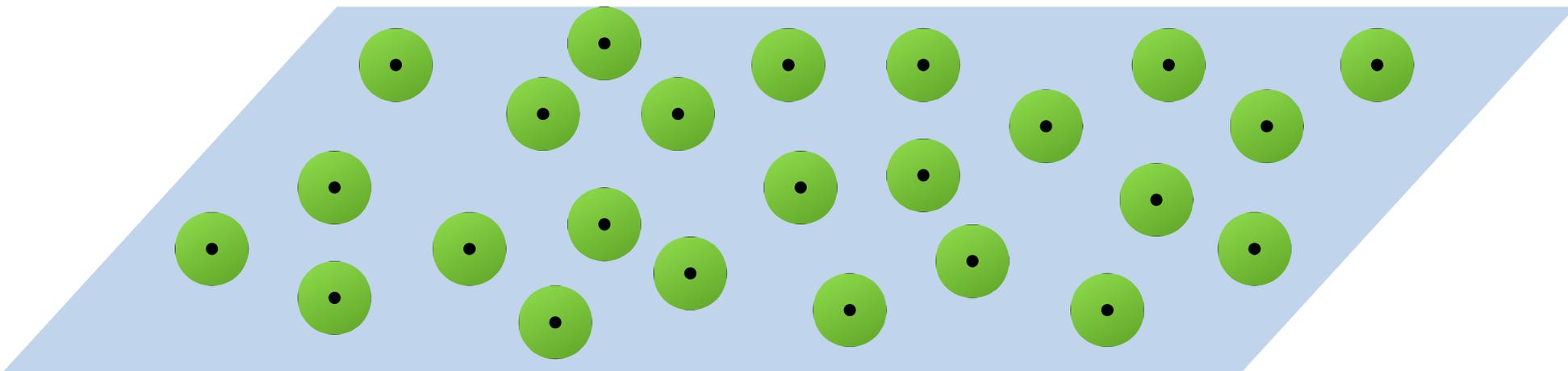


El laser

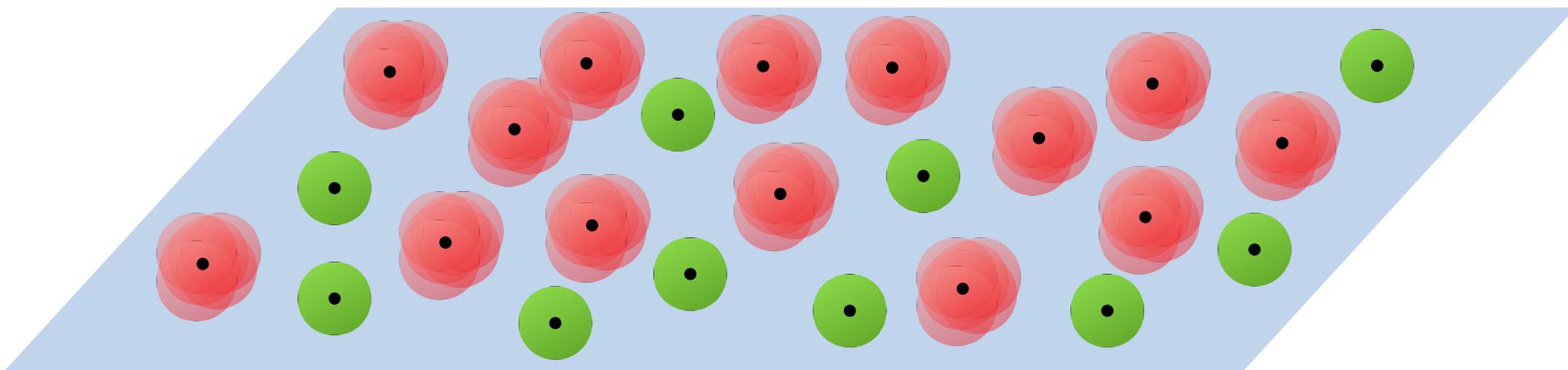
- Light Amplification by **Stimulated Emission** of Radiation.
- Luz:
 - Del mismo color.
 - Coherente.



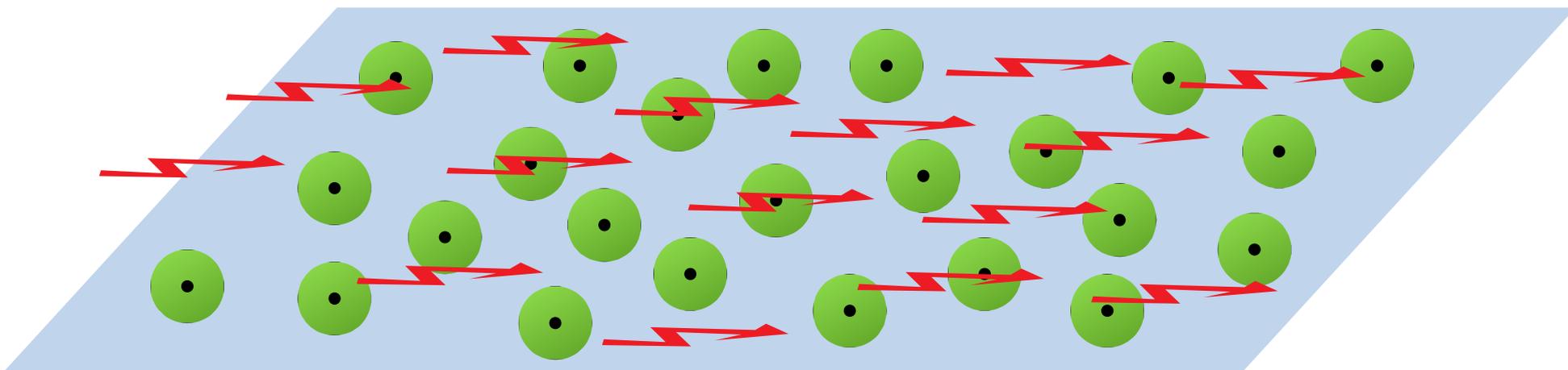
El laser



El laser



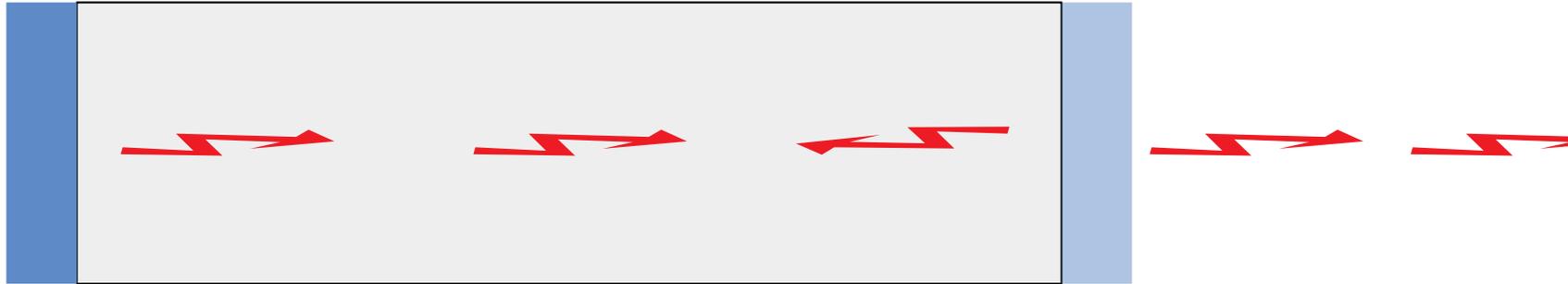
El laser



El laser

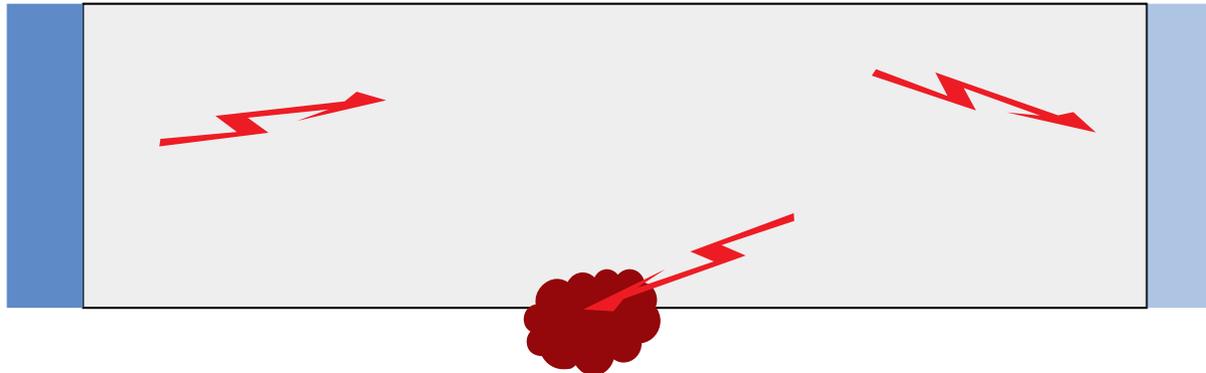
Espejo

Espejo



Espejo

Espejo



El laser



El transistor

- Aparato que permite o no que pase una corriente.
- Base de **toda** la electrónica moderna: chips, móviles, ordenadores, cámaras de fotos...



El transistor

- Aparato que permite o no que pase una corriente.
- Base de **toda** la electrónica moderna: chips, móviles, ordenadores, cámaras de fotos...



El transistor

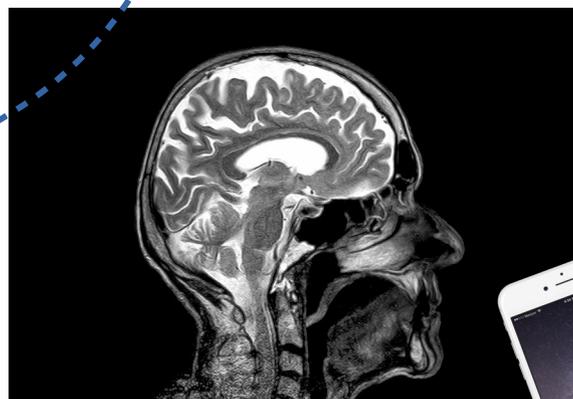
- Aparato que permite o no que pase una corriente.
- Base de **toda** la electrónica moderna: chips, móviles, ordenadores, cámaras de fotos...



- Los de tu móvil miden 0.000000014 metros.

En resumen

Relatividad



Cuántica

