

DETECTORES & INSTRUMENTACIÓN

SESIÓN I: INTRODUCCIÓN

José Serna

j_serna@ciencias.unam.mx

D&I - TAACO 2024 - Guatemala - Nov.2024

- ▶ Casi todo lo que conocemos del Universo hasta ahora es gracias a la observación de **diferentes formas de luz**



- ▶ La radiación (luz) es uno de los **cuatro principales “mensajeros”** en astronomía

Cuatro principales “mensajeros” astronómicos

- ▶ Radiación
- ▶ Neutrinos
- ▶ Rayos cósmicos
- ▶ Ondas gravitacionales

Partículas

Perturbaciones en el
tejido Espacio-Tiempo



Cuatro principales “mensajeros” astronómicos

▶ Radiación

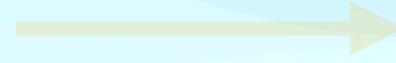
▶ Neutrinos

▶ Rayos cósmicos

▶ Ondas gravitacionales

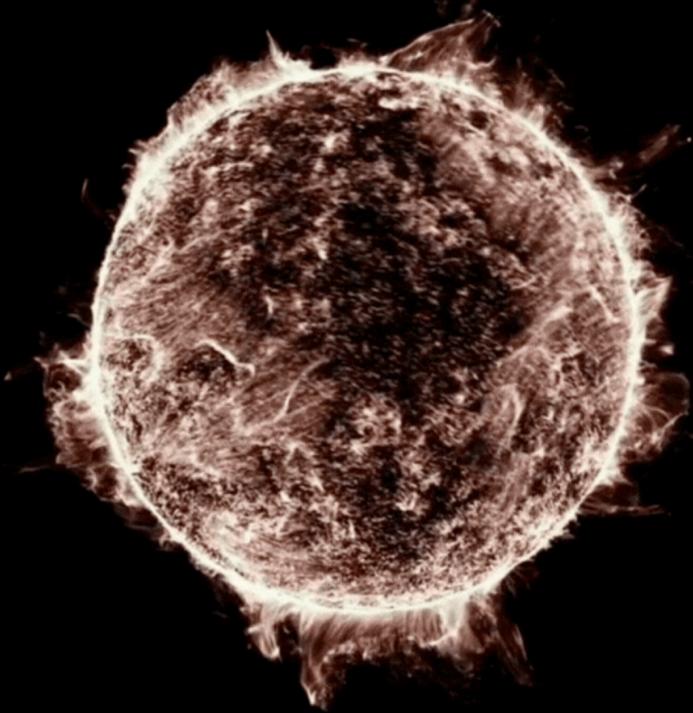


Partículas



Perturbaciones en el
tejido Espacio-Tiempo





- ▶ Radiación en el visible, UV, radio, IR, rayos X, y **rayos Gamma**
- ▶ Nos permite estudiar **fuentes astrofísicas a partir de sus partículas** generadas o aceleradas

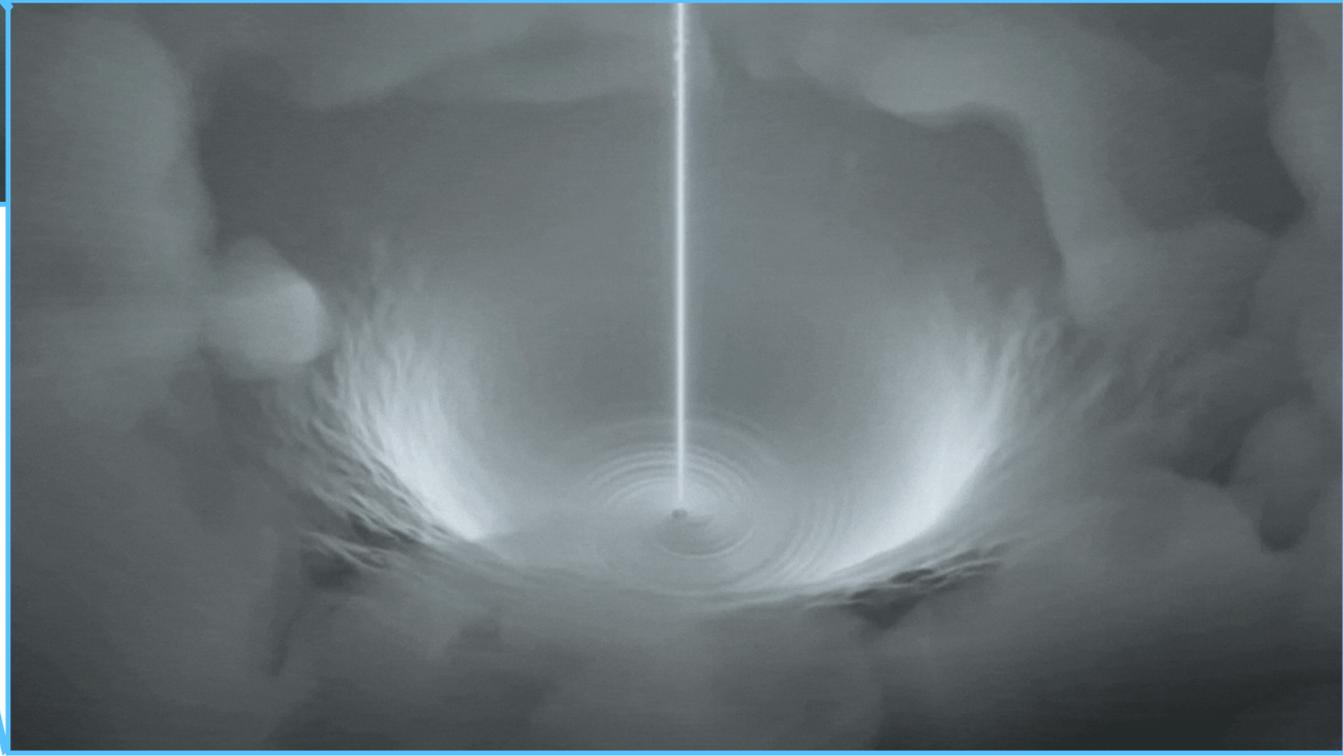
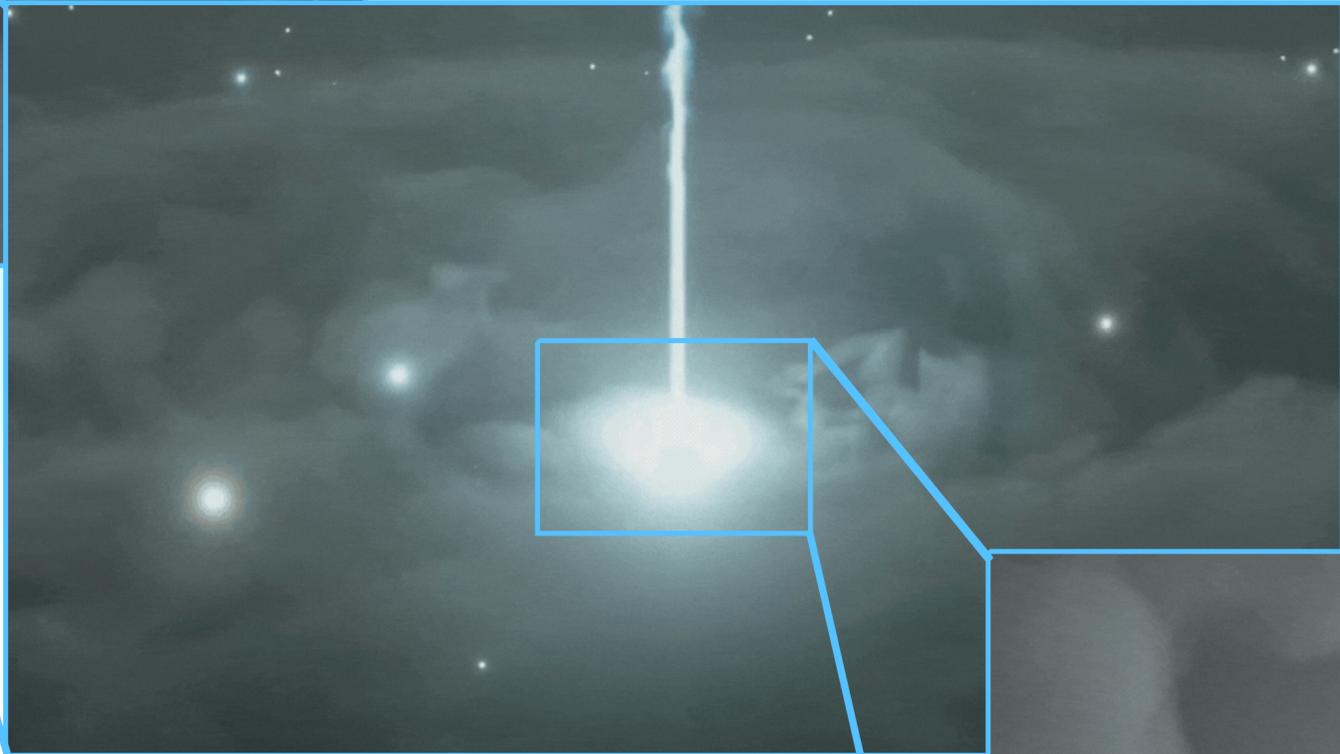
- ▶ AGNs
- ▶ GRBs
- ▶ Remanentes de SNs
- ▶ Pulsares
- ▶ Microcuasares
- ▶ TeV Halos
- ▶ Galaxias
- ▶ Centro galáctico

Y más....



- ▶ Este es un ejemplo de un Núcleo Activo de Galaxia (AGN)
- ▶ Constituido por:
 - Agujero negro
 - Nube toroidal de gas
 - Jets de emisión
 - Etc.

- ▶ Estudio de los eventos más energéticos del Universo



Partículas provenientes del Universo

Campos magnéticos
intergalácticos



Neutrinos



Rayos Gamma



Protones



Núcleos pesados



Partículas provenientes del Universo

Campos magnéticos intergalácticos

Neutrinos



Rayos Gamma



Protones



Núcleos pesados



NO se desvían de su dirección original

Partículas no cargadas



Partículas cargadas



SÍ se desvían de su dirección original

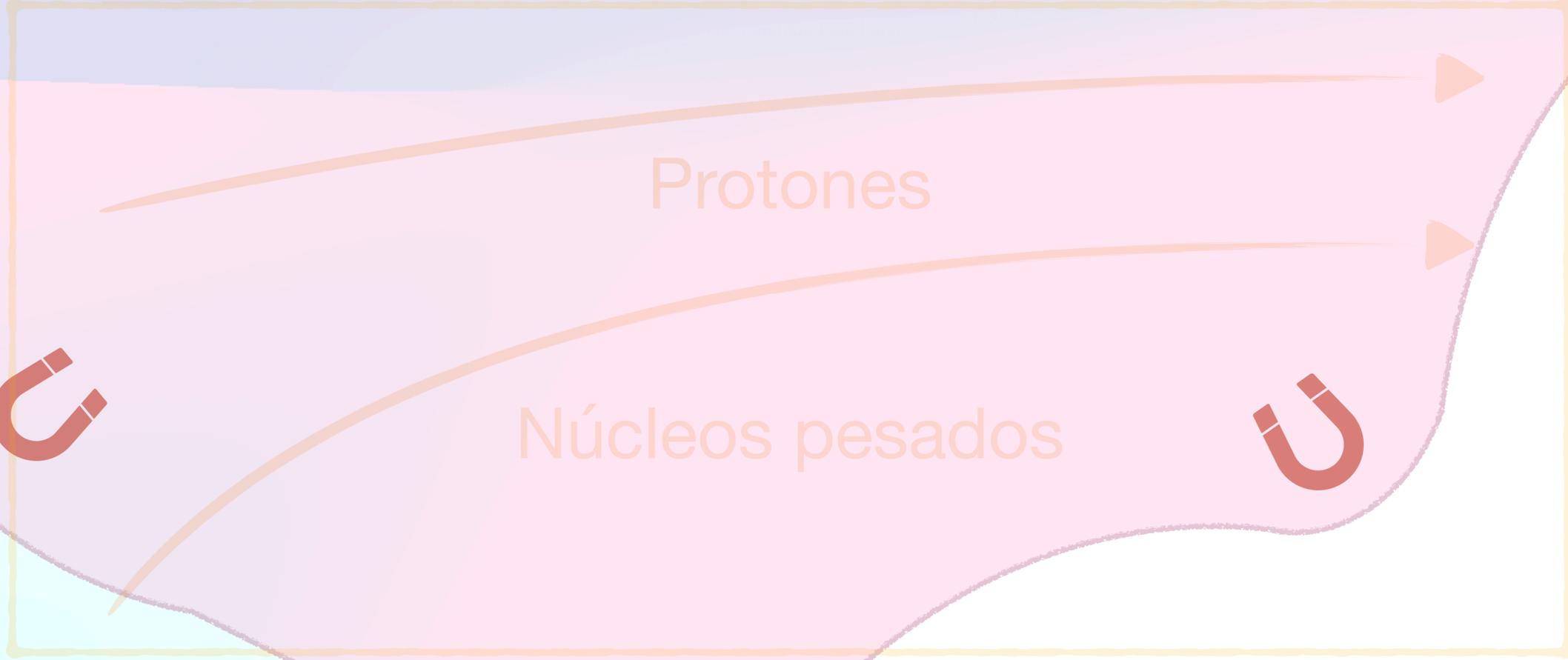
Partículas provenientes del Universo

Campos magnéticos intergalácticos



Neutrinos

Rayos Gamma



Protones

Núcleos pesados

NO se desvían de su dirección original

Partículas no cargadas



Partículas cargadas



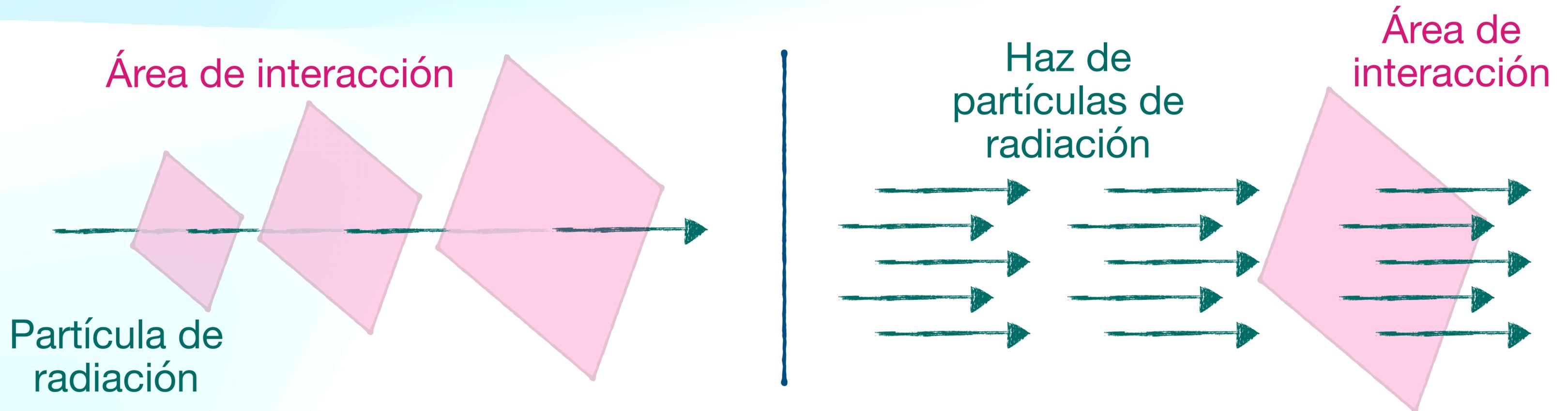
SÍ se desvían de su dirección original

Partículas provenientes del Universo

¿ Neutrinos O Rayos Gamma ?

Sección Eficaz de Interacción $\langle \sigma v \rangle$

Probabilidad de que una partícula interactúe con materia



Partículas provenientes del Universo

¿ Neutrinos O Rayos Gamma ?

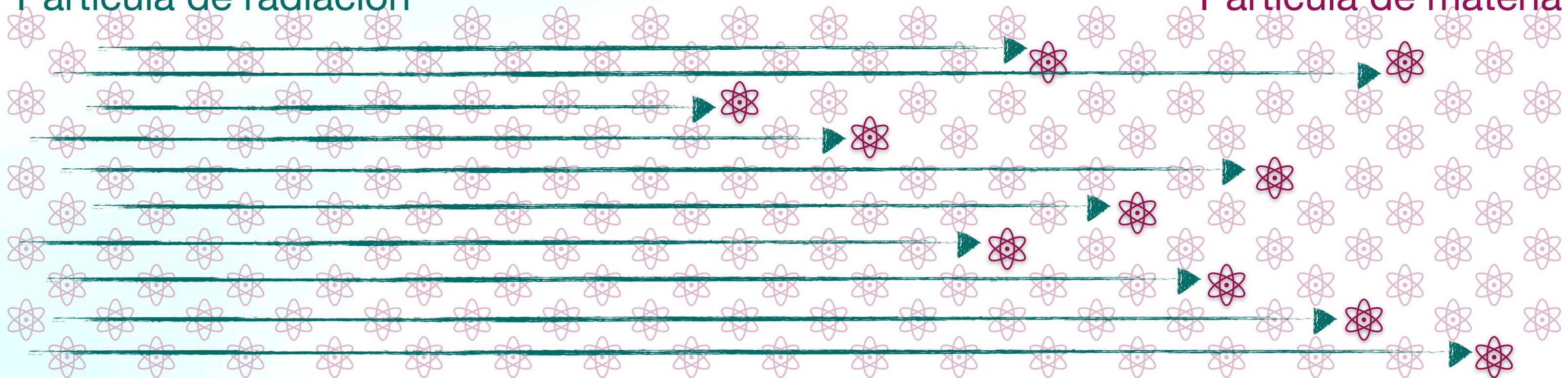
Camino Libre Medio

λ

Es la probabilidad de interacción de una partícula interactúe con materia en función de una distancia recorrida

Partícula de radiación

Partícula de materia



Partículas provenientes del Universo

¿ Neutrinos O Rayos Gamma ?

Sección Eficaz de Interacción

$$\langle \sigma v \rangle$$

Probabilidad de que una partícula interactúe con materia

Camino Libre Medio

$$\lambda$$

Es la probabilidad de interacción de una partícula interactúe con materia en función de una distancia recorrida

Partículas provenientes del Universo

¿ Neutrinos O Rayos Gamma ?

Sección Eficaz de Interacción

$\langle \sigma v \rangle$

Probabilidad de que una partícula interactúe con materia

10^{-45} a
 10^{-44} cm²

De 10^{-28} a
 10^{-27} cm²

Camino Libre Medio

λ

Es la probabilidad de interacción de una partícula interactúe con materia en función de una distancia recorrida

De cientos a
miles de km

De cm a m

Partículas provenientes del Universo

¿ Neutrinos O Rayos Gamma ?

Sección Eficaz de Interacción

$\langle \sigma v \rangle$

Probabilidad de que una partícula interactúe con materia

10^{-45} a
 10^{-44} cm^2

<

De 10^{-28} a
 10^{-27} cm^2

Camino Libre Medio

λ

Es la probabilidad de interacción de una partícula interactúe con materia en función de una distancia recorrida

De cientos a
miles de km

>

De cm a m

Partículas provenientes del Universo

Campos magnéticos
intergalácticos



Neutrinos



Rayos Gamma



Partículas provenientes del Universo

Campos magnéticos intergalácticos



Neutrinos

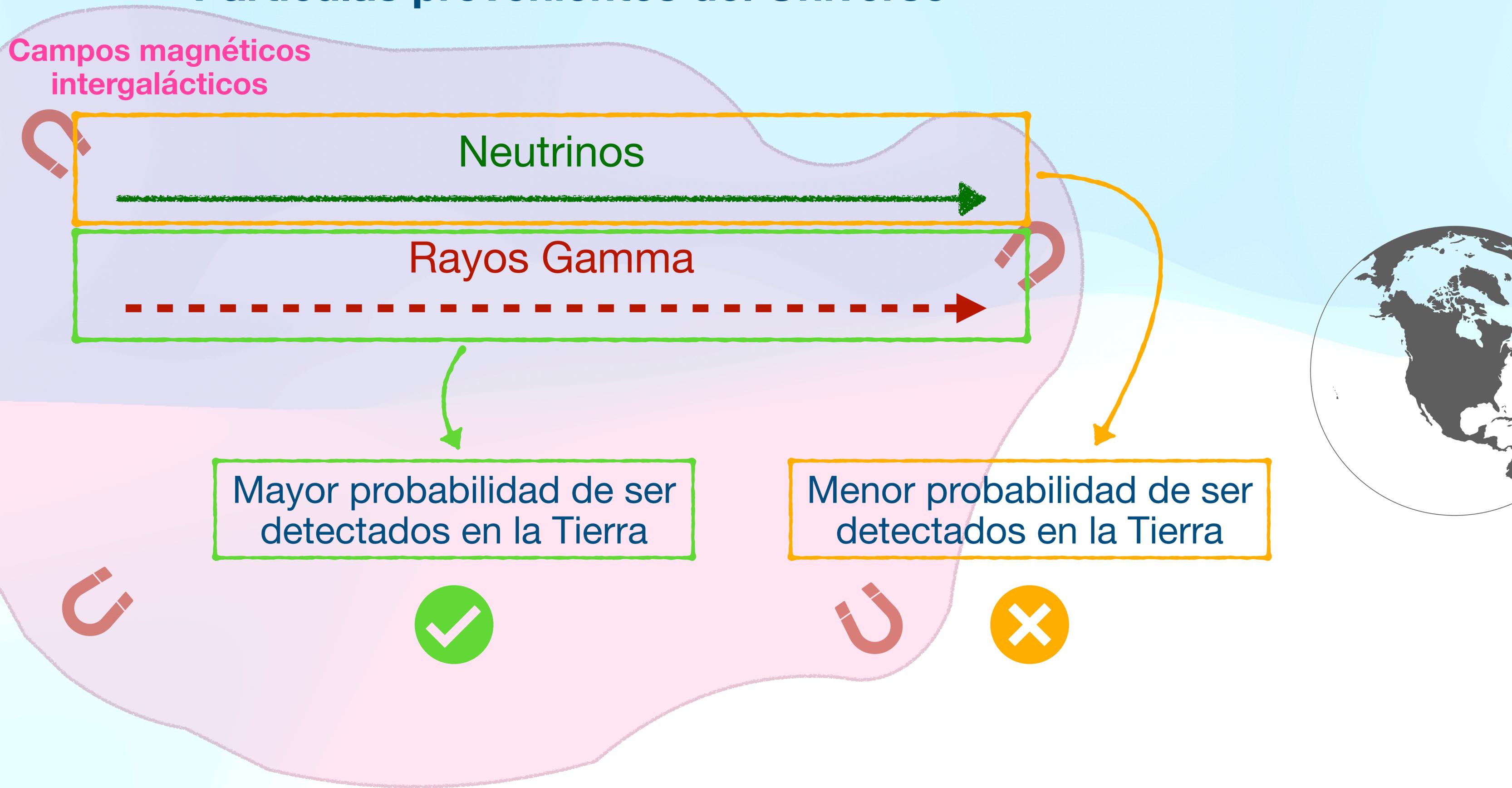


Rayos Gamma



Mayor probabilidad de ser detectados en la Tierra

Menor probabilidad de ser detectados en la Tierra



Partículas provenientes del Universo

Campos magnéticos intergalácticos



Neutrinos



Rayos Gamma

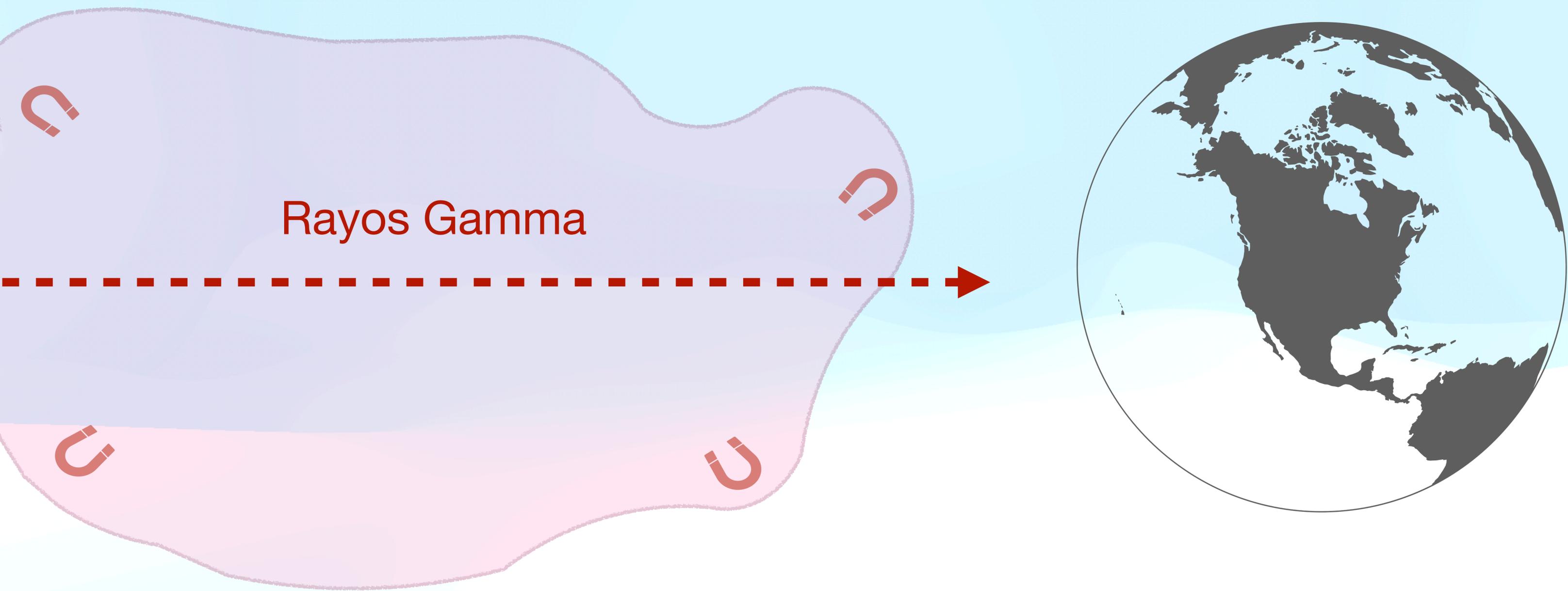


Mayor probabilidad de ser detectados en la Tierra

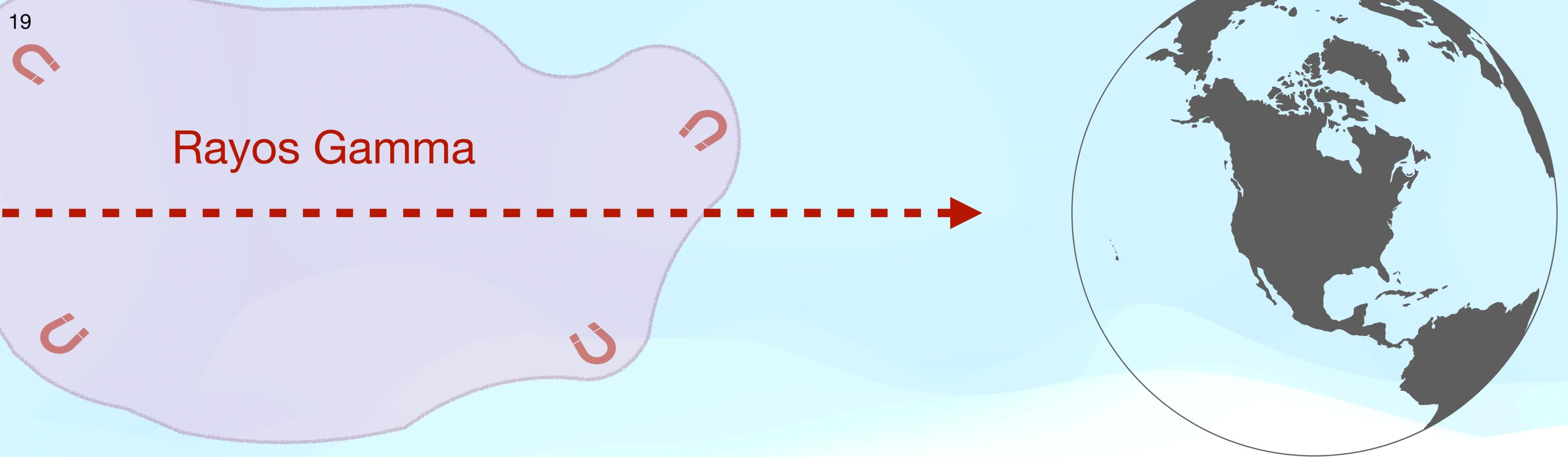


Menor probabilidad de ser detectados en la Tierra



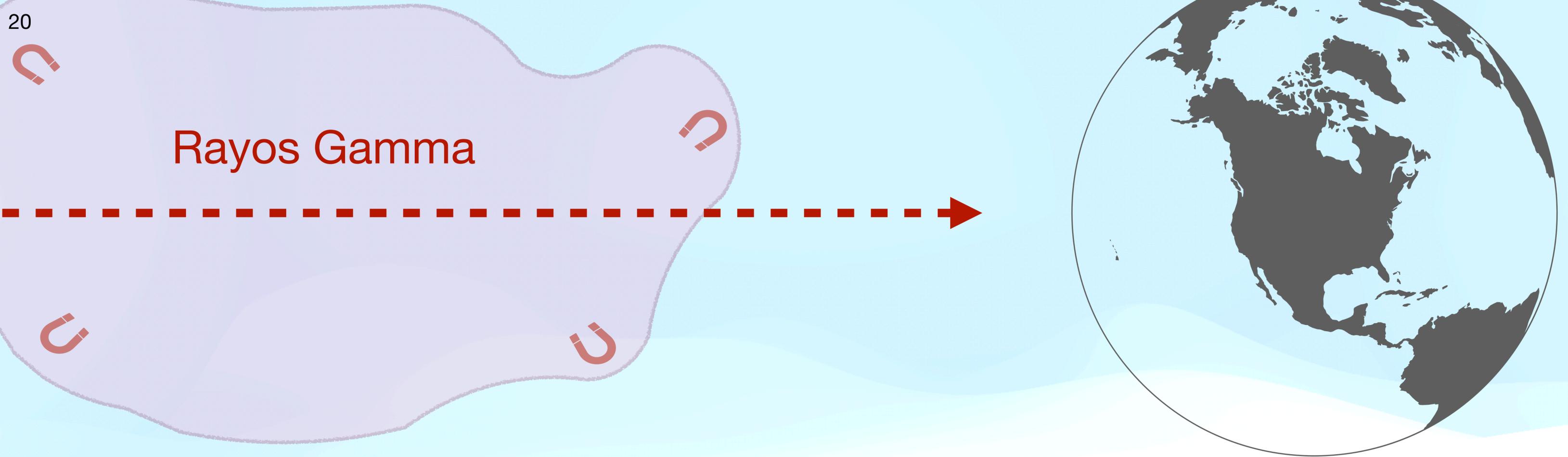


¿Qué características debemos de saber de los rayos gamma?



¿Qué características debemos de saber de los rayos gamma?

- ▶ Dirección de llegada del rayo gamma
- ▶ Energía del rayo gamma



¿Qué características debemos de saber de los rayos gamma?

- ▶ Dirección de llegada del rayo gamma
- ▶ Energía del rayo gamma



¿Qué características debemos de saber de los rayos gamma?

- ▶ Energía del rayo gamma

Rayos Gamma

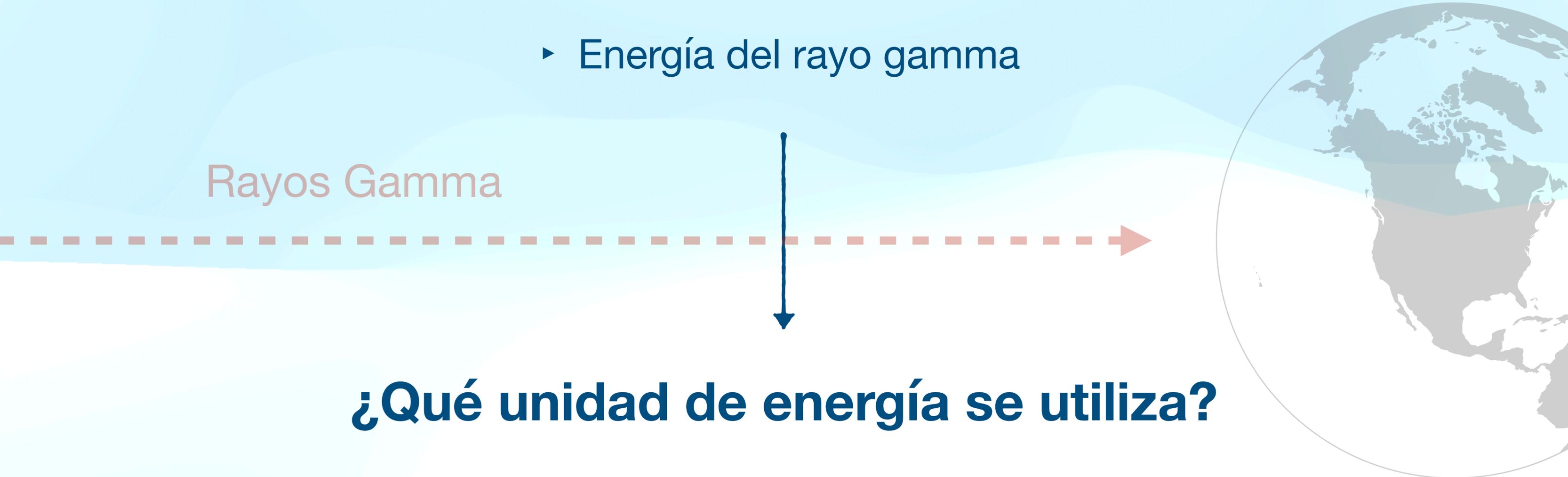


¿Qué unidad de energía se utiliza?

¿Qué características debemos de saber de los rayos gamma?

- ▶ Energía del rayo gamma

Rayos Gamma

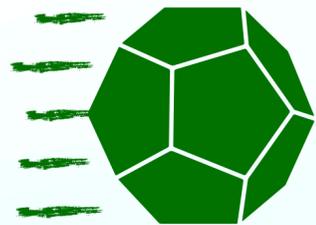


¿Qué unidad de energía se utiliza?

Electronvolt (eV)

¿Qué es un electronvolt?

Es la energía cinética que adquiere una partícula con una carga de e cuando atraviesa una diferencia de potencial de 1 V



Partícula con
carga de e



¿Qué es un electronvolt?

Es la energía cinética que adquiere una partícula con una carga de e cuando atraviesa una diferencia de potencial de 1 V

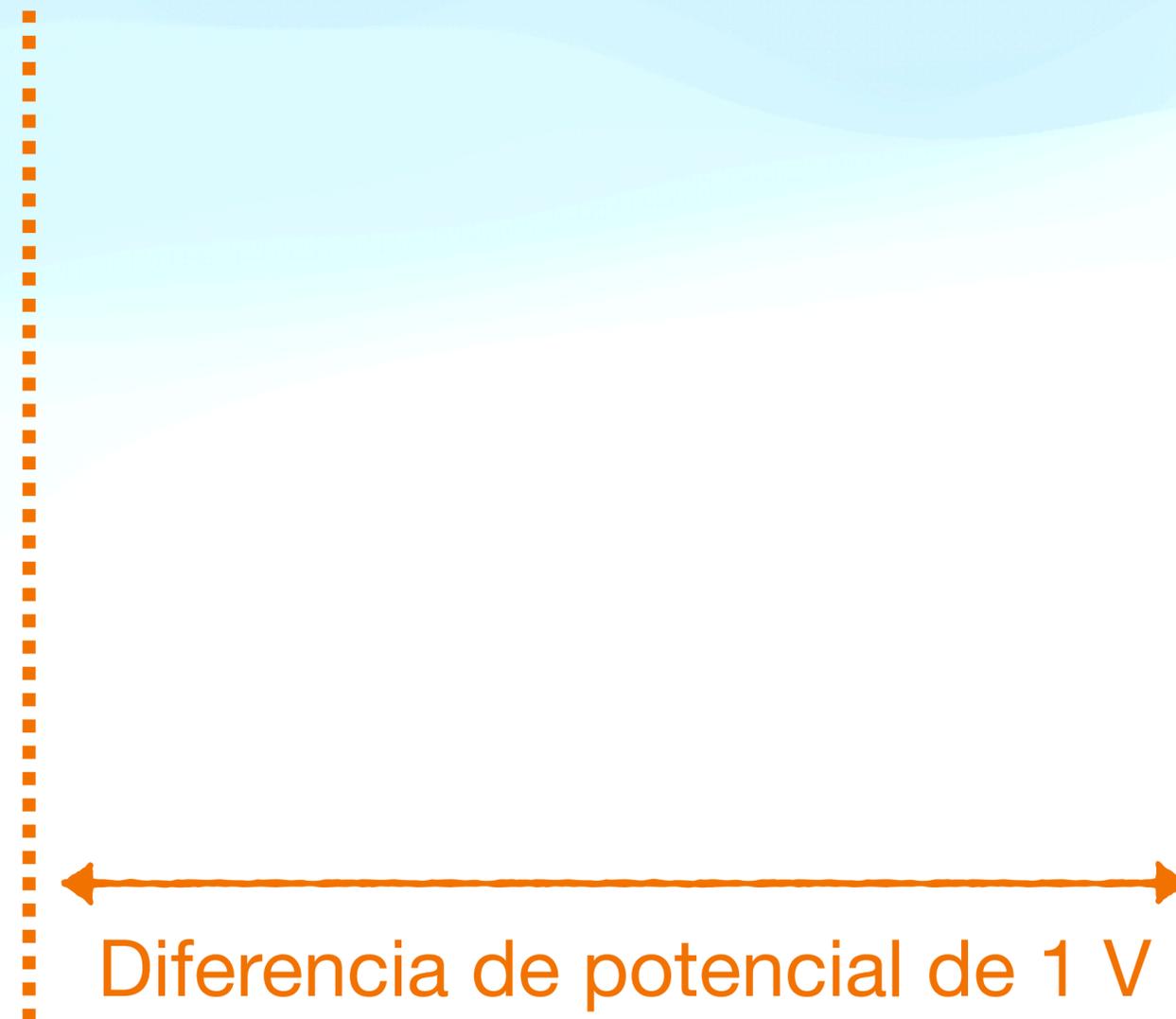
La partícula atraviesa la diferencia de potencial



Diferencia de potencial de 1 V

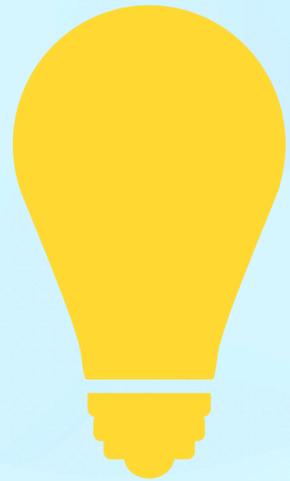
¿Qué es un electronvolt?

Es la energía cinética que adquiere una partícula con una carga de e cuando atraviesa una diferencia de potencial de 1 V



La energía cinética adquirida por la partícula fue 1 eV

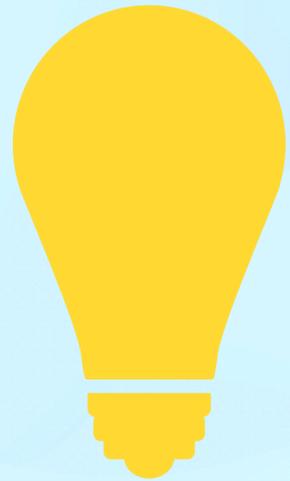
¿Qué es un electronvolt?



Visible

Entre
1.7 y 3.3 eV

¿Qué es un electronvolt?



Visible

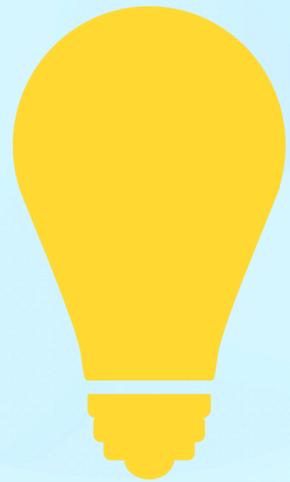
Entre
1.7 y 3.3 eV

UV

Entre
3.1 y 4.43 eV



¿Qué es un electronvolt?

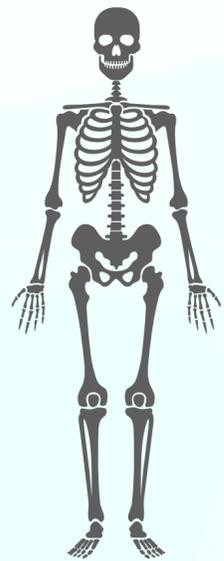


Visible

Entre
1.7 y 3.3 eV

UV

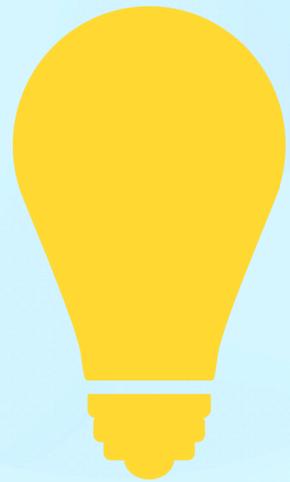
Entre
3.1 y 4.43 eV



Rayos X

~100,000 eV
= 100 keV

¿Qué es un electronvolt?

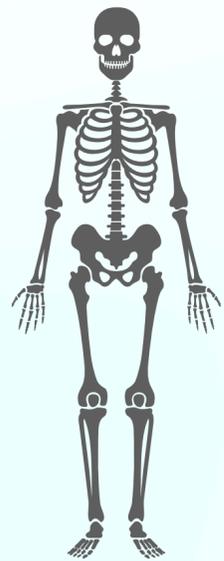


Visible

Entre
1.7 y 3.3 eV

UV

Entre
3.1 y 4.43 eV

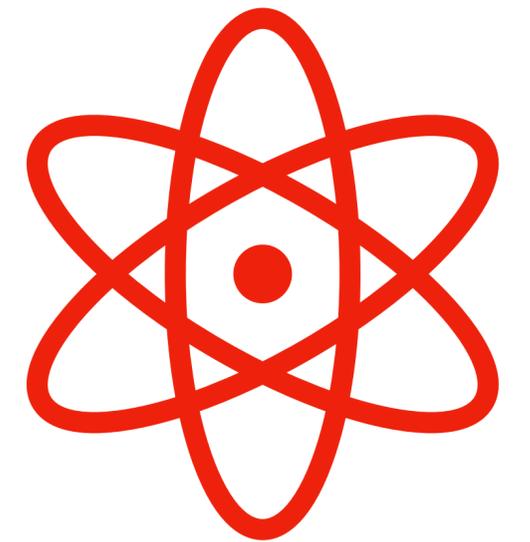


Rayos X

~100,000 eV
= 100 keV

Rayos Gamma

>1,000,000 eV
= 1 MeV



¿Qué características debemos de saber de los rayos gamma?

- ▶ Dirección de llegada del rayo gamma 
- ▶ Energía del rayo gamma 

Rayos Gamma



¿Cómo detectamos los rayos gamma?