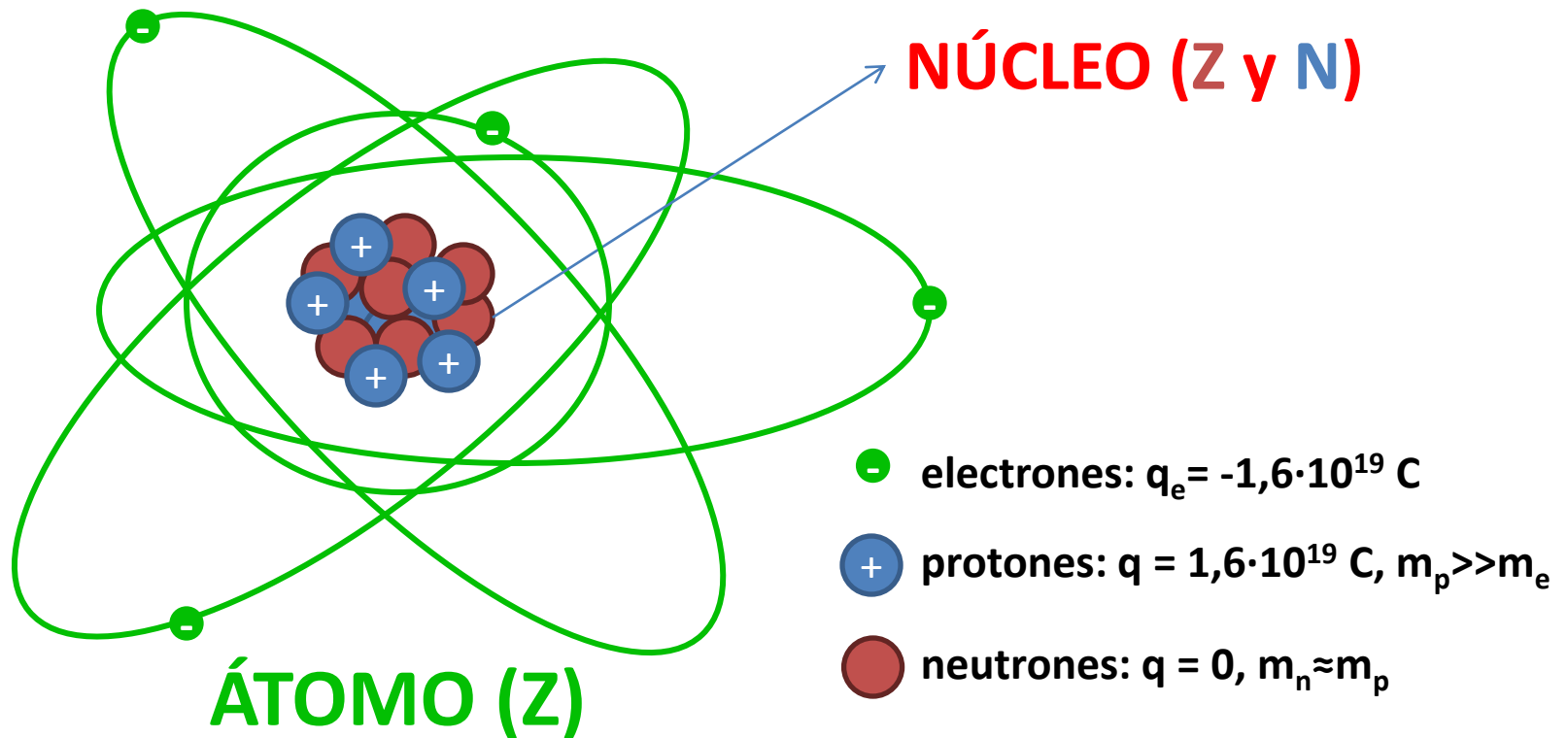


Tema 8. Radiactividad

**Fundamento físico de la atenuación
de las radiaciones ionizantes**

¿Qué es la radiactividad?

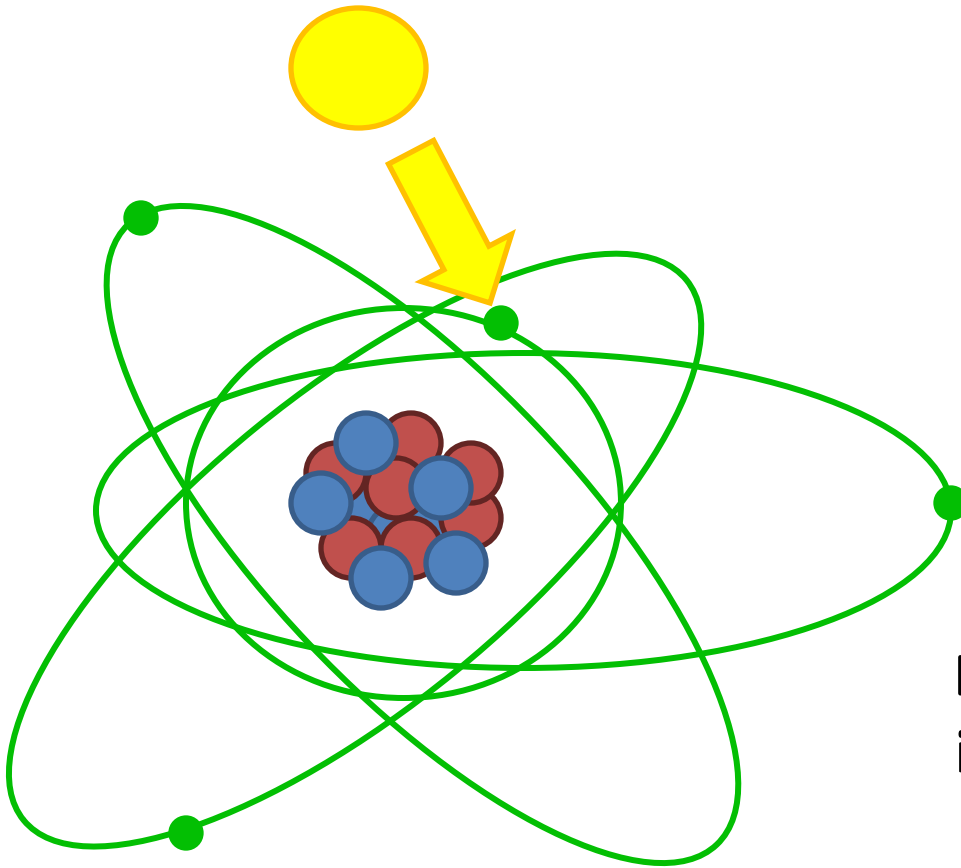
- Estructura de la materia



Un sistema es estable cuando su energía es mínima

¿Qué es la radiactividad?

- ¿Qué ocurre fuera de la estabilidad?



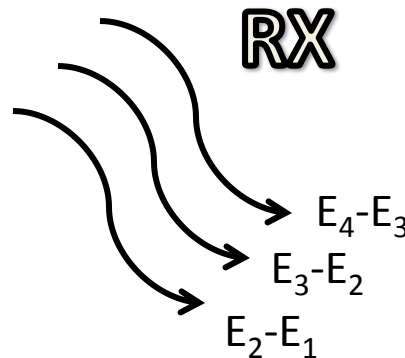
**El átomo después del
impacto queda en un
estado excitado**

¿Qué es la radiactividad?

- ¿Qué ocurre fuera de la estabilidad?



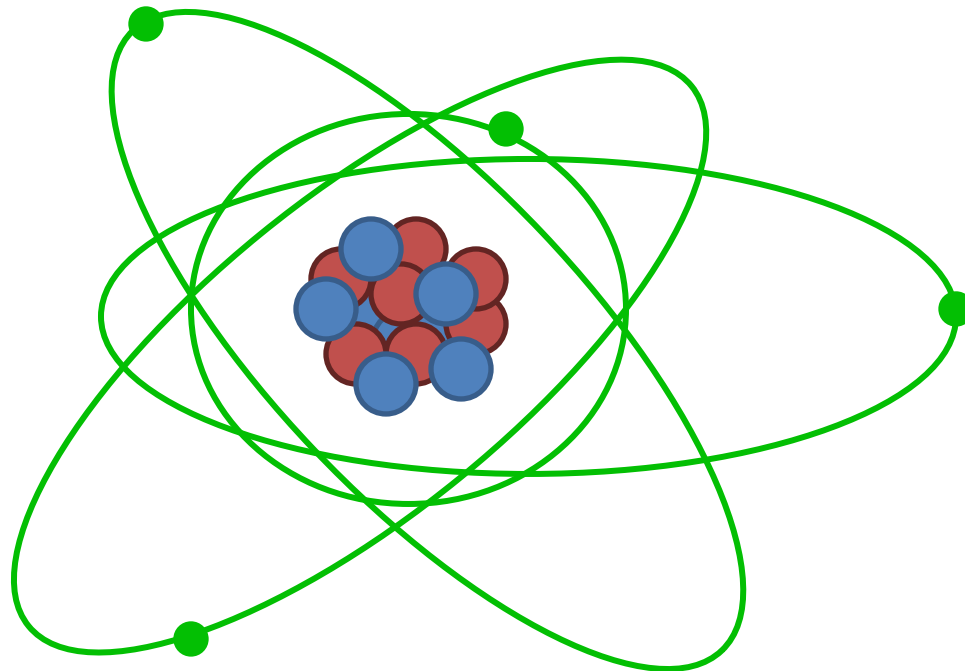
Las emisiones procedentes de los núcleos y de los átomos cuando su energía es superior a 100 eV son denominadas **RADIACIONES IONIZANTES**



eV = energía que adquiere un e- cuando atraviesa una diferencia de potencial de 1 V

¿Qué es la radiactividad?

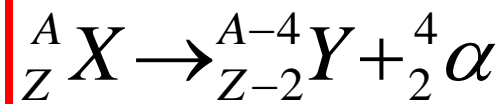
- La radiactividad es la desintegración espontánea de los núcleos que ocurre porque la combinación Z y N no es la que les proporciona menor energía



¿Qué es la radiactividad?

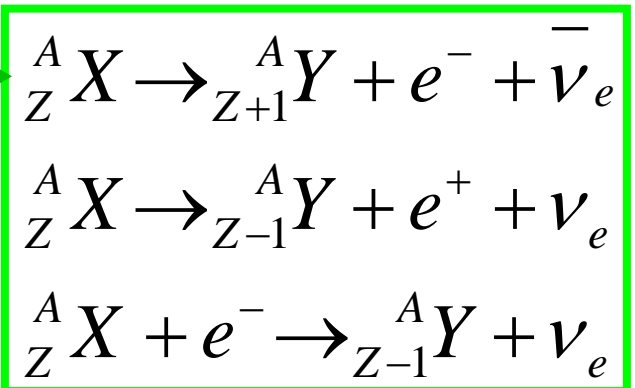
- La radiactividad es la desintegración espontánea de los núcleos que ocurre porque la combinación Z y N no es la que les proporciona menor energía
- Todos los procesos que ocurren tienen como objetivo cambiar la relación Z-N o son su consecuencia

– **Desintegración α**

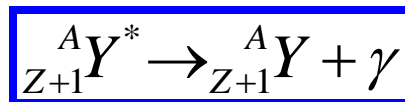


(A= Z+N)

– **Desintegración β**



– **Desexcitación γ**



Desintegración radiactiva

- Constante de desintegración (λ): probabilidad de que un determinado núcleo radiactivo se desintegre
- Ley de desintegración radiactiva: $N = N_0 e^{-\lambda t}$ donde N es la población de núcleos radiactivos de constante λ que quedan después de que haya transcurrido un tiempo t desde el instante inicial en el que la población era de N_0
- De la ley de desintegración se obtiene la semivida ($T_{1/2}$) de una especie radiactiva como: $T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

Hemos visto...

- Cuál es la estructura de la materia
- Porqué los átomos y los núcleos emiten radiaciones
- Que la radiación es ionizante cuando tiene capacidad para ionizar la materia (energías superiores a 100 eV en fotones)
- Qué es la radiactividad, las constantes que caracterizan a un núcleo radiactivo y cuál es la ley que cumple la desintegración radiactiva
- Los tipos de desintegraciones y de radiación emitida

¿Qué ocurre con la radiación una vez emitida?

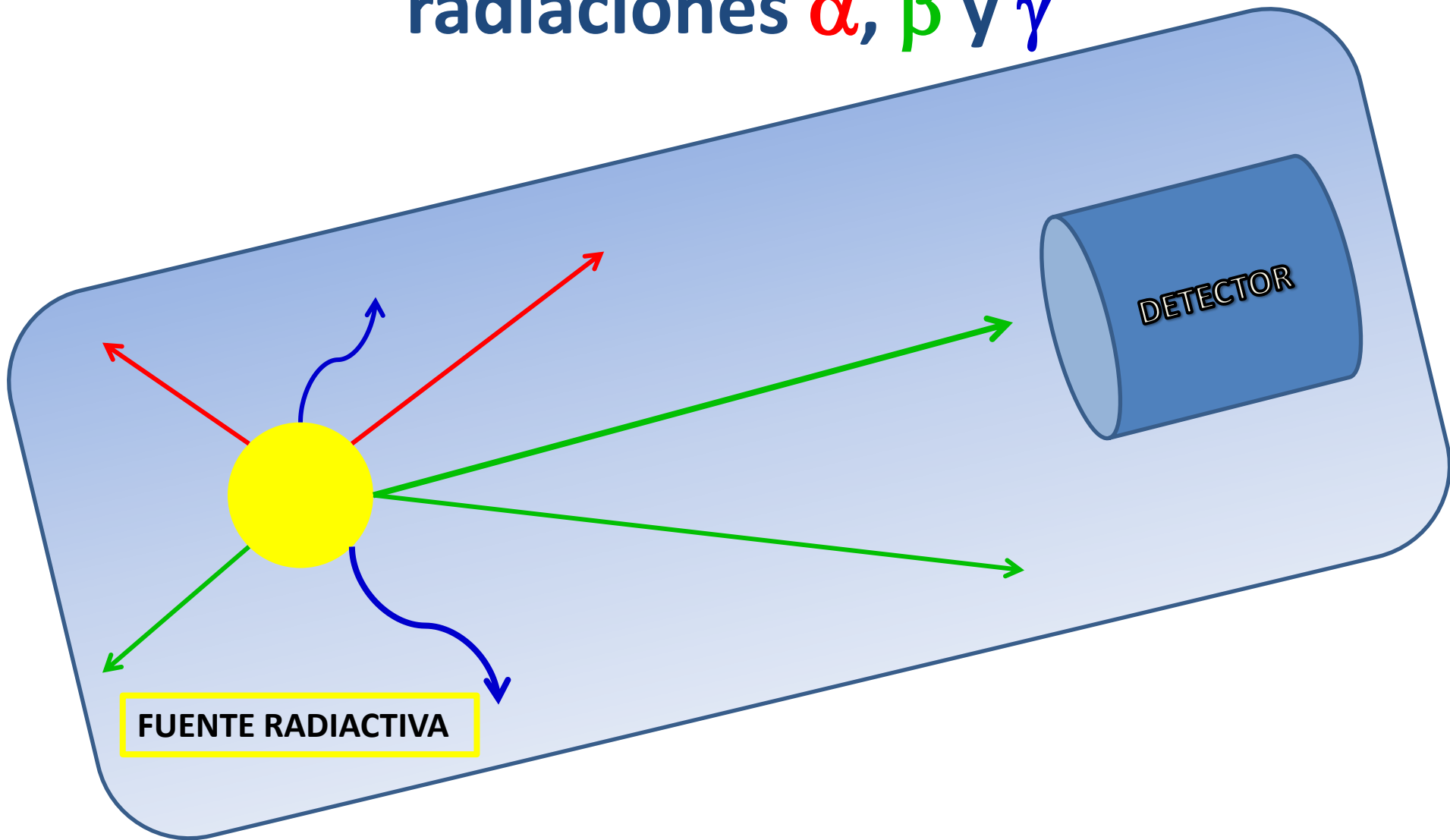
Interacciona con la materia mediante choques transfiriendo energía al medio

Naturaleza de las emisiones radiactivas

- Partícula α : núcleo de He $\rightarrow m \approx 4m_p$ $q = +2 \cdot |q_e|$
- Partículas β : electrones (e^-) y positrones (e^+) $\rightarrow m \ll m_p$ y $q = \pm |q_e|$
- Radiación γ : $m = 0$ $q = 0$

LOS VALORES DE CARGA Y MASA DETERMINAN SU COMPORTAMIENTO CUANDO ATRAVIESAN LA MATERIA

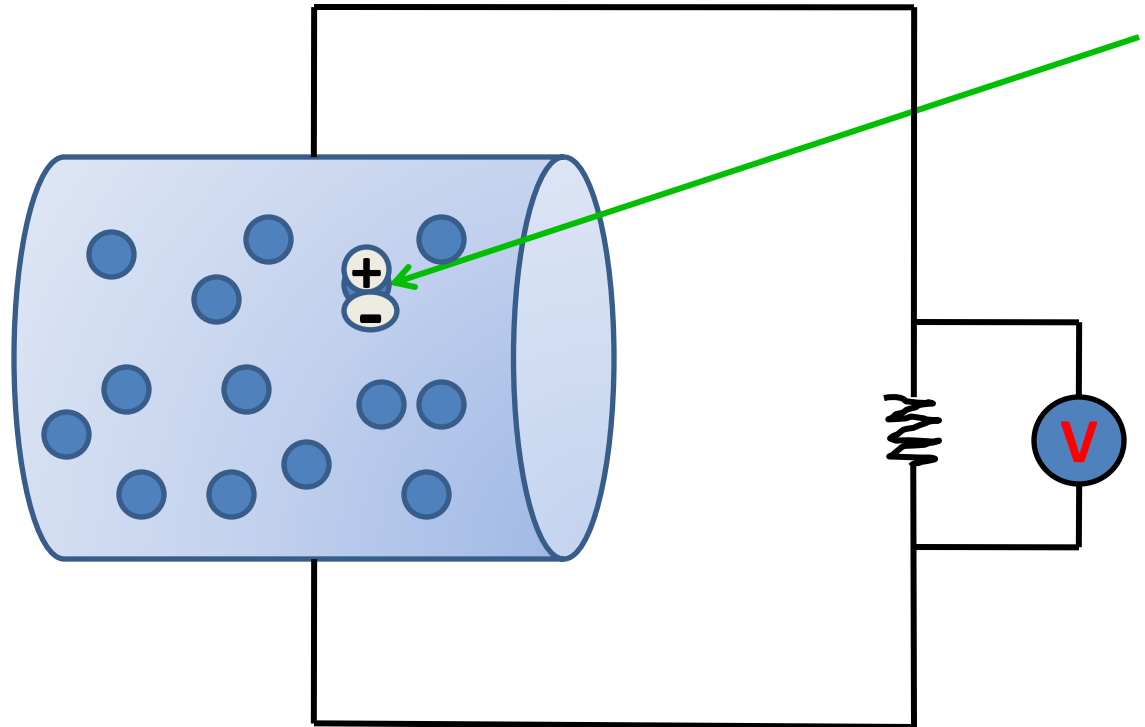
Caso práctico: estudio de las radiaciones α , β y γ



Detectores de partículas

- Están formados por material sensible a la radiación que interacciona con ellos

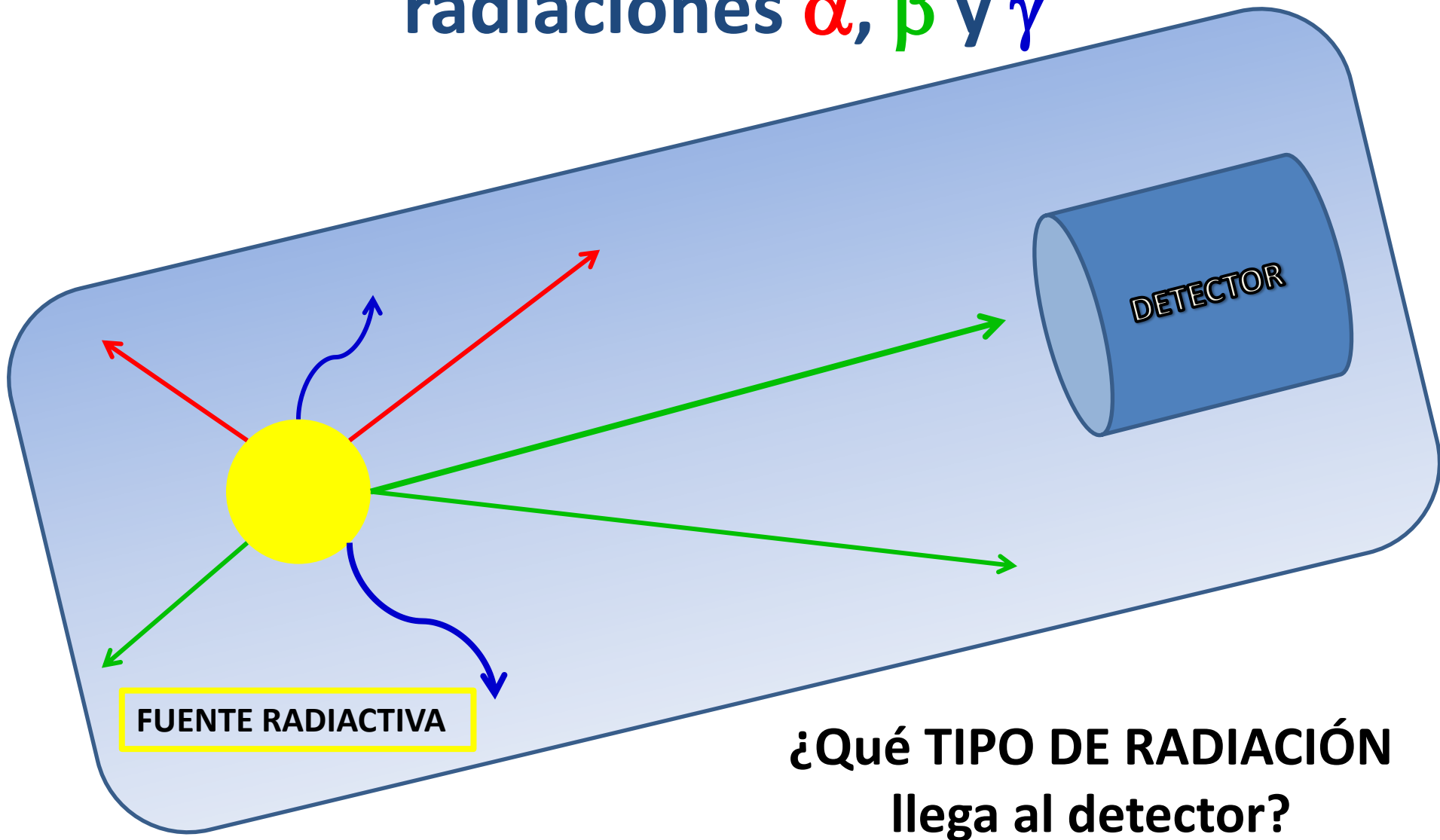
DETECTOR
DE
CÁMARA
DE GAS



Resultado de la medida
durante un tiempo t : N ,
número de cuentas (c).
Expresado por segundo: cps

¡MIDEN SIMULTÁNEAMENTE FONDO+FUENTE!

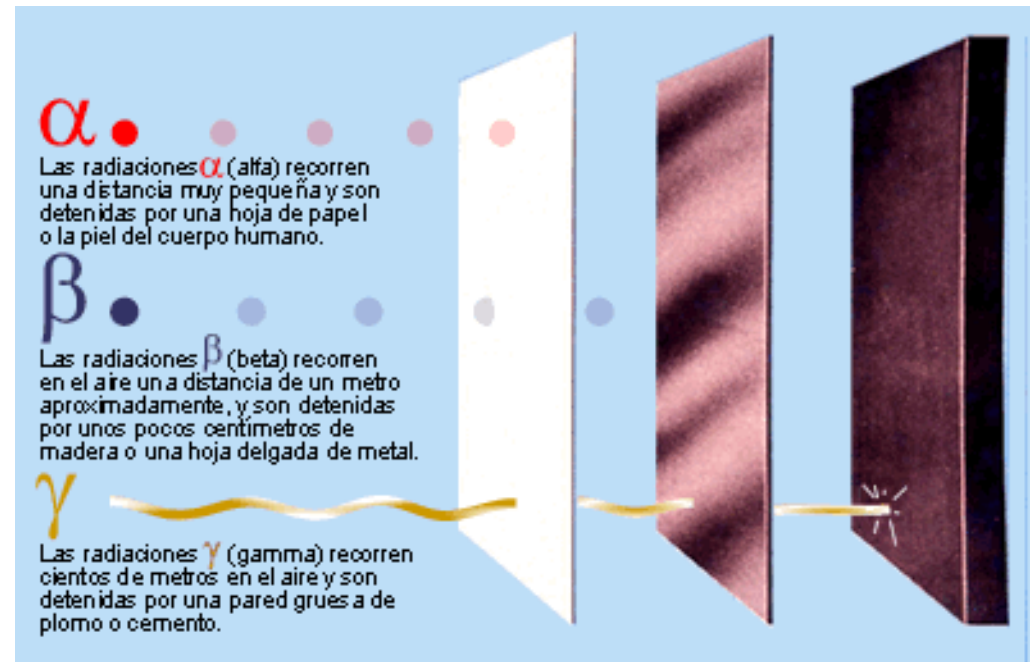
Caso práctico: estudio de las radiaciones α , β y γ



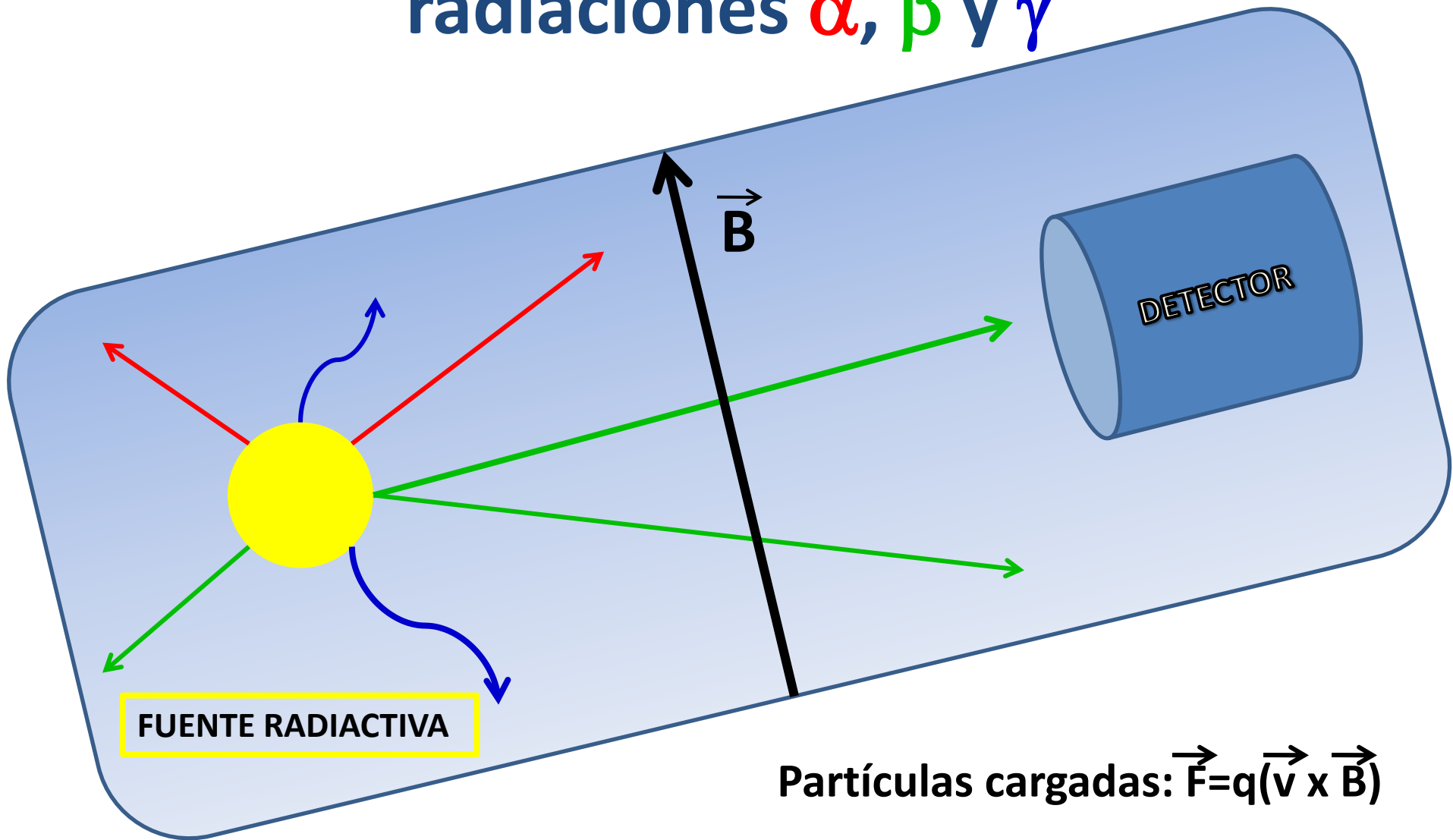
Caso práctico: estudio de las radiaciones α , β y γ

- La radiación que llega al detector depende de su distancia de penetración en la materia y ésta a su vez depende de:

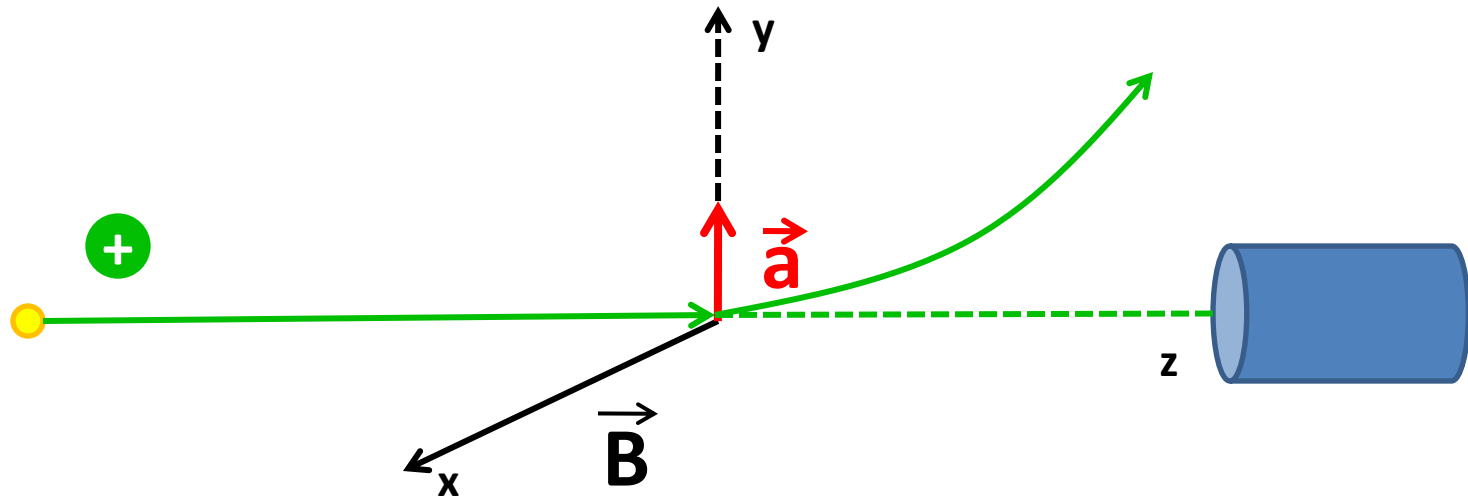
- la carga de la partícula
- la masa de la partícula



Caso práctico: estudio de las radiaciones α , β y γ

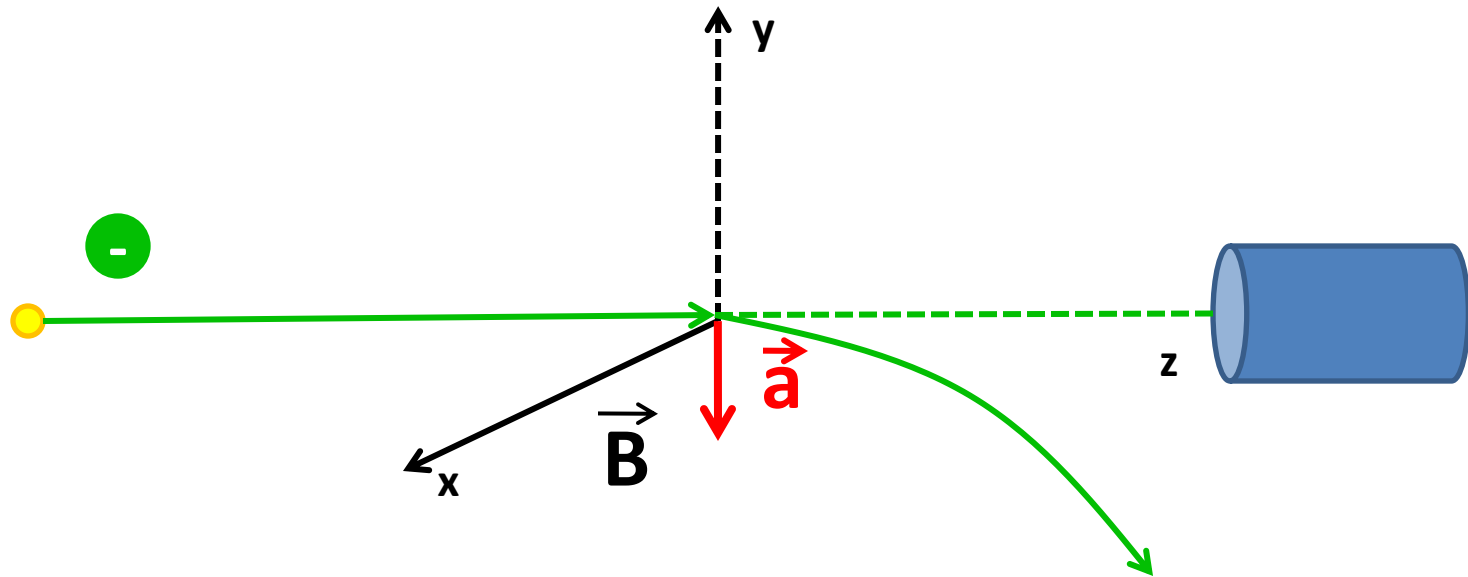


Efecto del campo magnético en las partículas cargadas



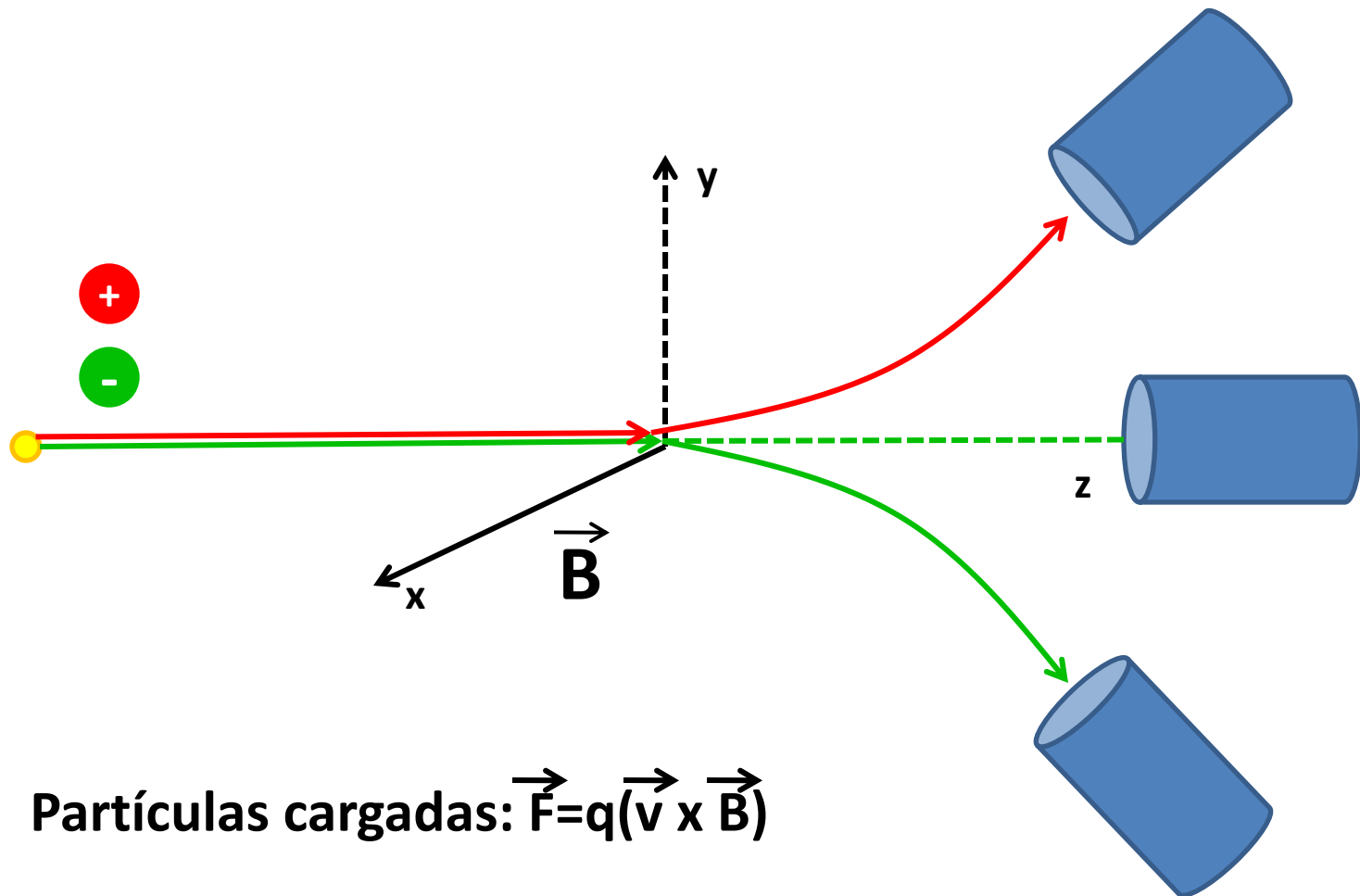
Partículas cargadas: $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$

Efecto del campo magnético en las partículas cargadas

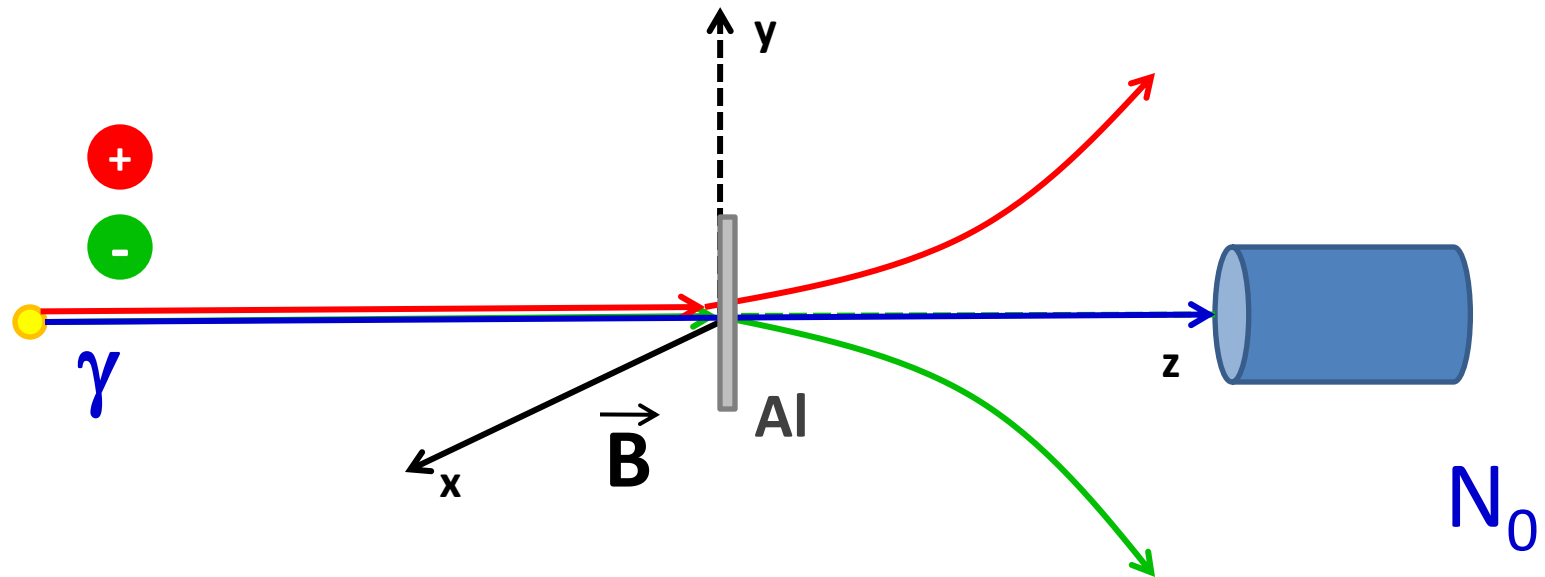


Partículas cargadas: $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B})$

Medida de partículas cargadas con un campo magnético

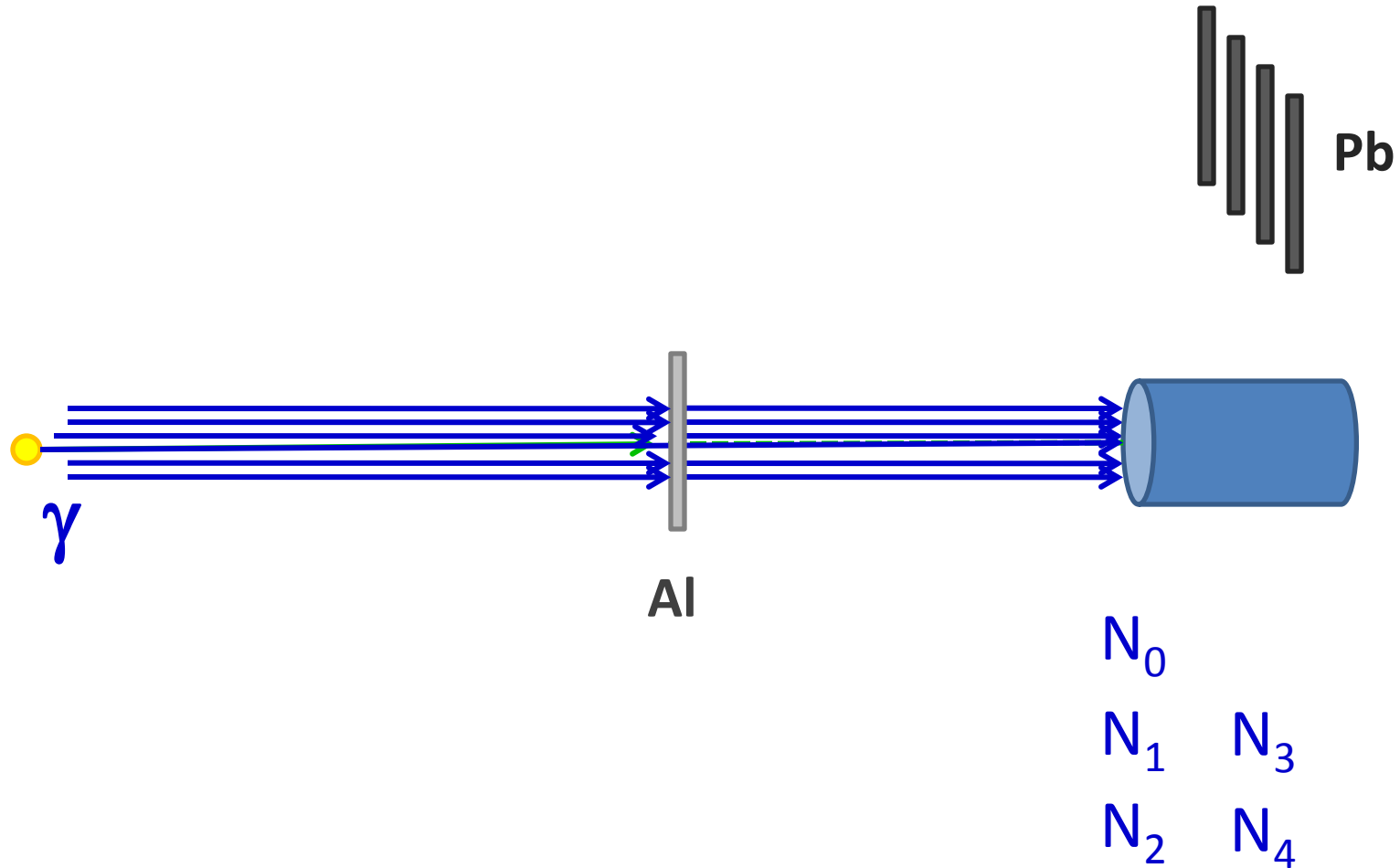


Experimento de atenuación de la radiación gamma en la materia



¿Cuántos fotones llegan al detector si vamos añadiendo láminas de plomo?

Experimento de atenuación de la radiación gamma en la materia: caso práctico



Experimento de atenuación de la radiación gamma en la materia

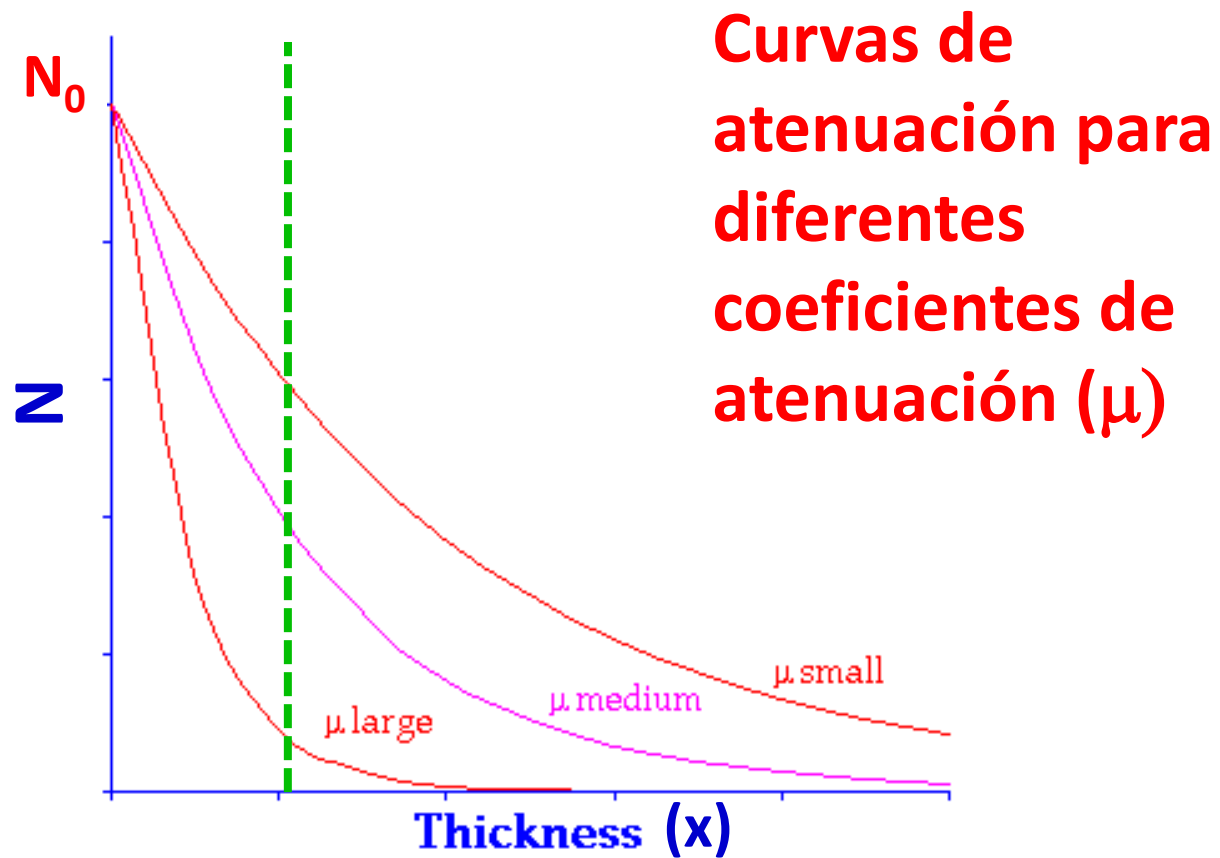
- Si μ representa la probabilidad de que la radiación gamma interaccione con el plomo:

$$\frac{dN}{dx} = -\mu N$$

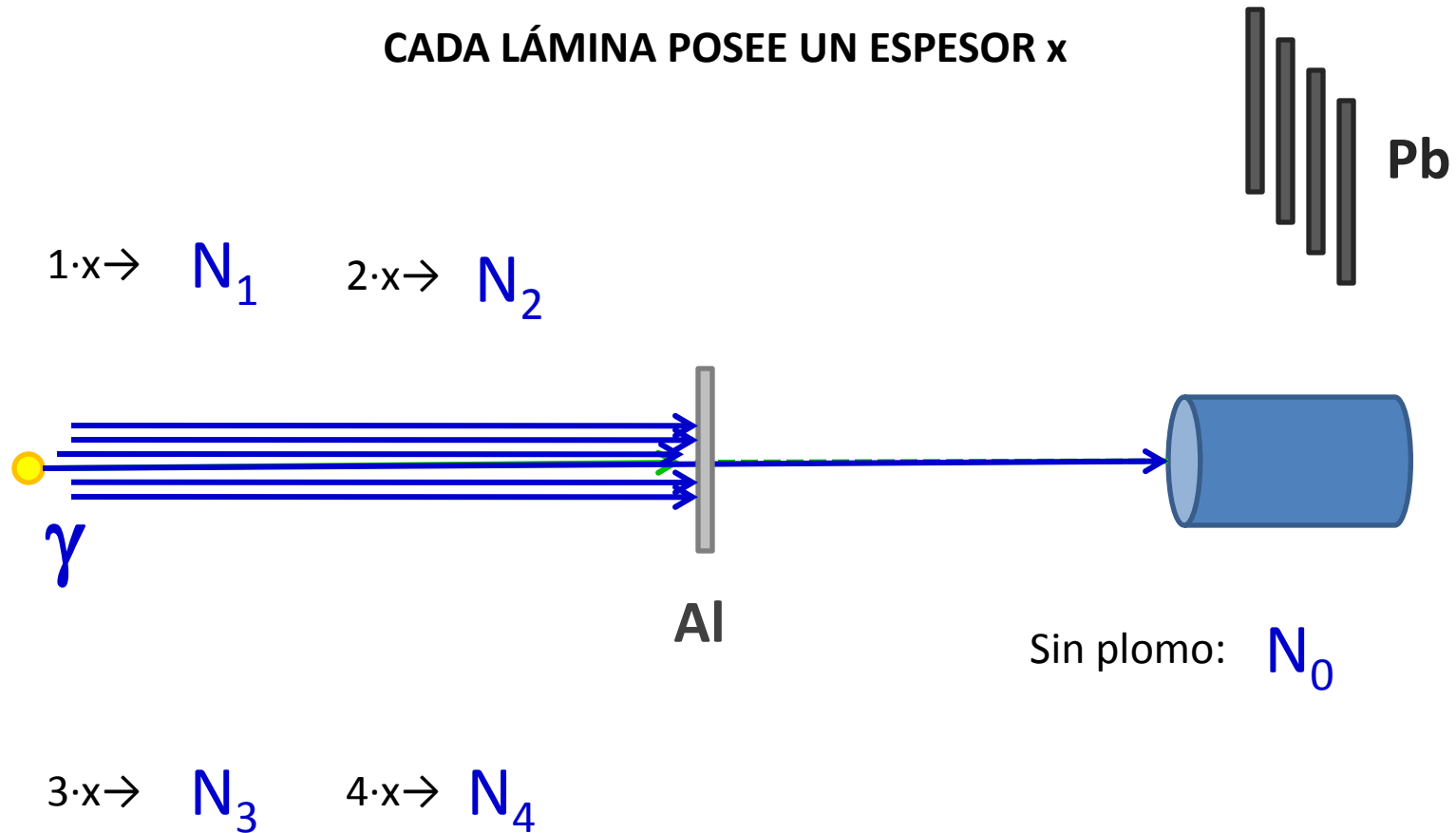
$$\text{Si } x = 0, \quad N = N_0 \rightarrow N = N_0 e^{-\mu x}$$

Cada material posee un coeficiente de atenuación (μ) característico que determina lo deprisa que atenúa la radiación gamma

Experimento de atenuación de la radiación gamma en la materia



Experimento de atenuación de la radiación gamma en la materia: caso práctico



Experimento de atenuación de la radiación gamma en la materia: caso práctico

Resultados experimentales

N	N_0	N_1	N_2	N_3	N_4
x	0	$1 \cdot x$	$2 \cdot x$	$3 \cdot x$	$4 \cdot x$

Modelo teórico

$$N = N_0 e^{-\mu \cdot x} \Rightarrow \ln N = \ln N_0 - \mu \cdot x$$

Ajuste de la recta con los datos experimentales: $y = a + b \cdot x$

¿CÓMO SE OBTIENE EL μ DEL PLOMO DEL AJUSTE DE LA RECTA?

Efectos biológicos de las radiaciones ionizantes

- El daño biológico que producen las radiaciones ionizantes está directamente relacionado con su capacidad para penetrar en la materia, o sea, de sus propiedades de carga y masa.
- El efecto es más nocivo cuanto mayor sea la energía que se deposite y de forma más localizada.
- De acuerdo con esto:
 - una vez la radiación se encuentre dentro del cuerpo humano ¿de qué tipo será la que produzca un mayor daño biológico? Clasificad las radiaciones por su efecto biológico.
 - Si la exposición es externa y la fuente se encuentra a 10 cm de distancia, ¿qué tipo de radiación será la más peligrosa? ¿y si está a 1 metro)

Ejemplo 0

- Calcular el equivalente al curio (Ci) en bequerelios (Bq) sabiendo que la semivida del ^{226}Ra es de 1600 a.
- El ^{137}Cs y el ^{60}Co son dos radionúclidos que se desintegran con semividas: $T_{1/2}(^{137}\text{Cs})= 30.25$ a y $T_{1/2}(^{60}\text{Co})= 5,272$ a. Durante un accidente que se produce en una central nuclear ambos emanan en igual cantidad (en número de átomos) por las chimeneas de la central. Al cabo de 10 años ¿en qué proporción se encontrarán en la Naturaleza?

Ejemplo 1

- 2.- El ^{87}Rb es un radionúclido natural, emisor β de semivida $4,9 \cdot 10^{10}$ a, que decae a ^{87}Sr . Debido a que el rubidio sustituye al potasio en la estructura mineral, este radionúclido puede ser utilizado para determinar la edad de las rocas y, por tanto, de los fósiles que en ellas se encuentran. En particular, una roca que contiene fósiles de organismos prehistóricos presenta una proporción de 1:100 de ^{87}Sr frente al ^{87}Rb .
- a) Sabiendo que el número atómico del Rb es 37 y que emite un electrón, deducir el esquema de su desintegración.
- b) Asumiendo que no existía ^{87}Sr en el momento en el que se formó la roca, calcular la edad de los fósiles.
- C*) Cuando el arqueólogo encontró la roca con los fósiles, ésta formaba parte de toda una pared rocosa. Obtener la relación entre las dosis equivalentes debidas al ^{87}Rb y al ^{40}K que recibió mientras recogía las muestras, teniendo en cuenta que la proporción en la roca del primero frente al segundo es de 1:10, que ambos sufren desintegración β (factor de calidad igual a 1) y que la energía promedio por emisión que absorbe un organismo es de 1,50 MeV para las emisiones del ^{87}Rb y 0,50 MeV para las del ^{40}K ($T_{1/2}=1,25 \cdot 10^9$).

* Resolver cuando se dé la materia

Ejemplo 2

El carbono natural es una mezcla de isótopos de C, de los cuales el de masa 14 es un emisor β . Debido a ello, el carbono que se encuentra en los seres vivos tiene una actividad específica de 16.1 desintegraciones por minuto y kilogramo.

Para averiguar la edad de un cofre se mide la actividad de 10 g de carbono obtenido de su madera, resultando un valor de 0.0314 desintegraciones por minuto (dpm).

- Expresar la actividad específica del carbono en Bq/g
- Si la semivida ($T_{1/2}$) del ^{14}C es 5730 años ¿cuántos años hace que cortaron el árbol de cuya madera se hizo el cofre?
- ¿Qué dosis equivalente representa la actividad del ^{14}C respecto al total de la dosis máxima permisible (0.5 rem/año) si la energía promedio que se absorbe por cada partícula β es de 1 MeV? (factor de calidad =1).