

Introducción a la física moderna

David Matellano

Departamento de Física y Química. IES Ángel Corella. (Colmenar Viejo)

10 de abril de 2019



Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons "Reconocimiento-NoCommercial-CompartirIgual 3.0 España"](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/).



índice de contenidos I

- 1 Naturaleza de la luz
 - El efecto fotoeléctrico
 - El efecto Compton
 - Longitud de onda de De Broglie
- 2 Masa relativista
 - Definición de β y γ
 - Cantidad de movimiento relativista.
 - Energía relativista
 - Defecto de masa
- 3 Desintegraciones radioactivas
 - Ley de las desintegraciones radioactivas
 - Periodo de semidesintegración
 - Actividad de una muestra
 - Tipos de desintegraciones radioactivas

Naturaleza de la luz

Dualidad onda-corpúsculo

¿Onda o corpúsculo?

¿ Naturaleza de la luz?

¿ Es una onda?

¿ Son partículas?

Naturaleza de la luz

Dualidad onda-corpúsculo

¿Onda o corpúsculo?

¿ Naturaleza de la luz?

¿ Es una onda?

¿ Son partículas?

Naturaleza de la luz

Dualidad onda-corpúsculo

¿Onda o corpúsculo?

¿ Naturaleza de la luz?

¿ Es una onda?

¿ Son partículas?

Naturaleza de la luz

Dualidad onda-corpúsculo

¿Onda o corpúsculo?

¿ Naturaleza de la luz?

¿ Es una onda?

¿ Son partículas?

Dualidad onda-corpúsculo

Tres grandes descubrimientos.

Comprobación experimental de la dualidad onda-corpúsculo.

Electrones *como ondas* y ondas *como partículas*.

Dualidad onda-corpúsculo

Onda

Corpúsculo

λ de De Broglie (1924)

Efecto Compton (1923)

Efecto fotoeléctrico (1905)

Microscopio electrónico

Verificación E. Cuántica

Célula fotoeléctrica

Tres grandes descubrimientos.

Comprobación experimental de la dualidad onda-corpúsculo.

Electrones *como ondas* y ondas *como partículas*.

Dualidad onda-corpúsculo

Onda

Corpúsculo

λ de De Broglie (1924)

Efecto Compton (1923)

Efecto fotoeléctrico (1905)

Microscopio electrónico

Verificación E. Cuántica

Célula fotoeléctrica

Tres grandes descubrimientos.

Comprobación experimental de la dualidad onda-corpúsculo.

Electrones *como ondas* y ondas *como partículas*.

Dualidad onda-corpúsculo

Onda

Corpúsculo

λ de De Broglie 1924

Efecto Compton 1923

Efecto fotoeléctrico 1905

Microscopio electrónico

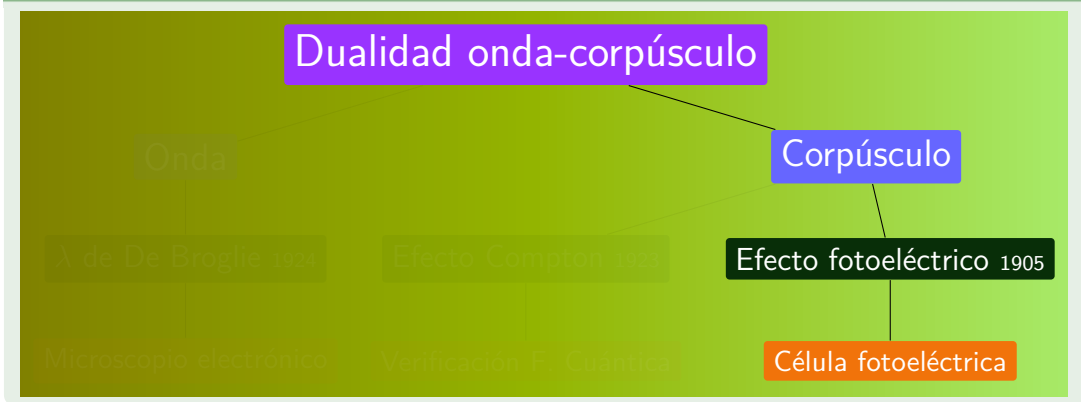
Verificación E. Cuántica

Célula fotovoltaica

Tres grandes descubrimientos.

Comprobación experimental de la dualidad onda-corpúsculo.

Electrones *como ondas* y ondas *como partículas*.



Tres grandes descubrimientos.

Comprobación experimental de la dualidad onda-corpúsculo.

Electrones *como ondas* y ondas *como partículas*.

Dualidad onda-corpúsculo

Onda

λ de De Broglie 1924

Microscopio electrónico

Efecto Compton 1923

Verificación E. Cuántica

Corpúsculo

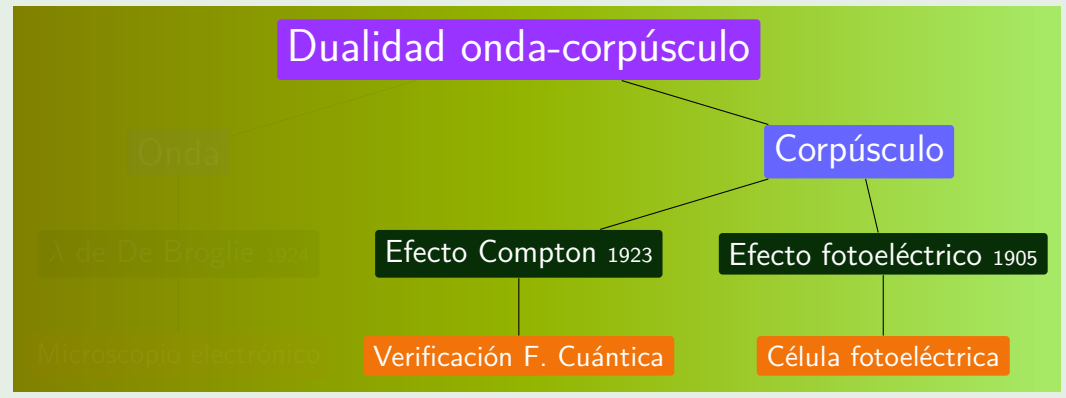
Efecto fotoeléctrico 1905

Célula fotoeléctrica

Tres grandes descubrimientos.

Comprobación experimental de la dualidad onda-corpúsculo.

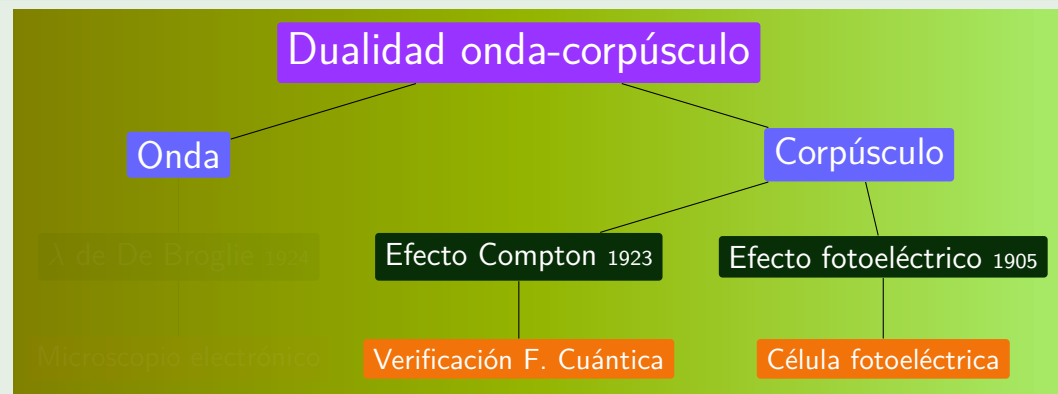
Electrones *como ondas* y ondas *como partículas*.



Tres grandes descubrimientos.

Comprobación experimental de la dualidad onda-corpúsculo.

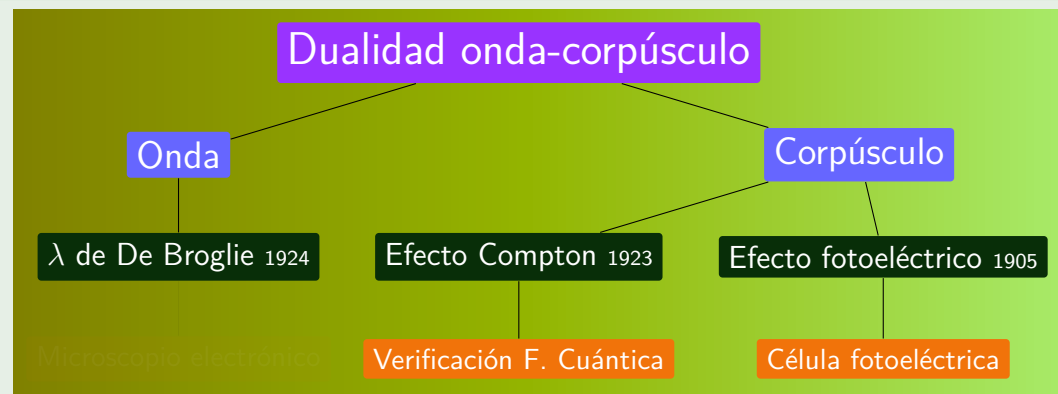
Electrones *como ondas* y *ondas como partículas*.



Tres grandes descubrimientos.

Comprobación experimental de la dualidad onda-corpúsculo.

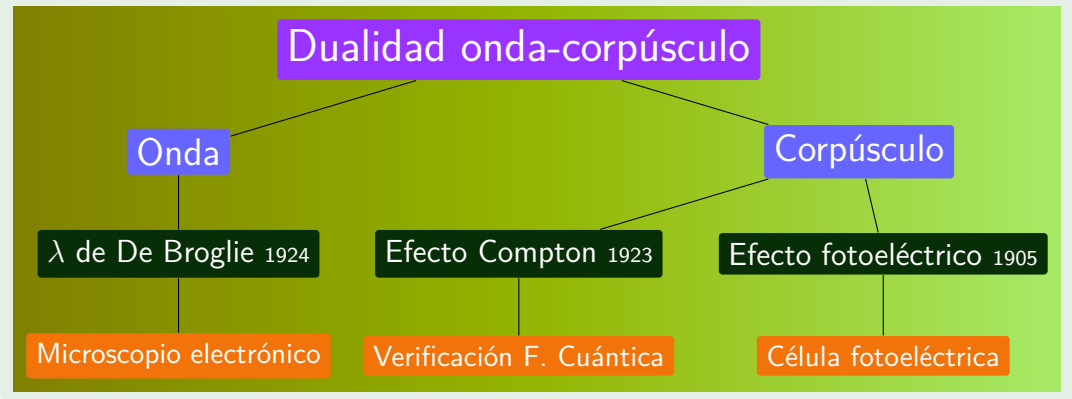
Electrones *como ondas* y *ondas como partículas*.



Tres grandes descubrimientos.

Comprobación experimental de la dualidad onda-corpúsculo.

Electrones *como ondas* y ondas *como partículas*.



El efecto fotoeléctrico

Extracción de fotoelectrones.

Breve descripción

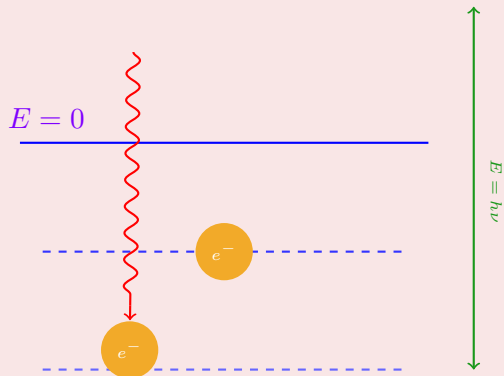
El efecto fotoeléctrico

Extracción de fotoelectrones.

Breve descripción

- 1 Sobre un metal incide un fotón con energía $E = h\nu$

figuras:



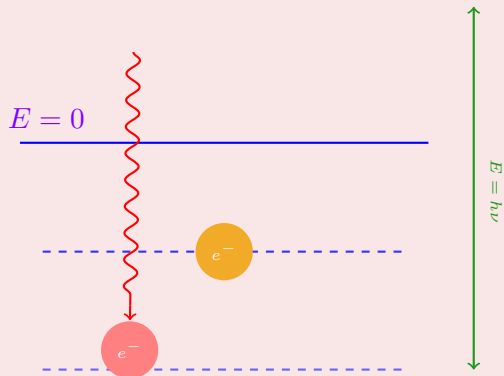
El efecto fotoeléctrico

Extracción de fotoelectrones.

Breve descripción

- 1 Sobre un metal incide un fotón con energía $E = h\nu$
- 2 El fotón choca con un electrón.

figuras:



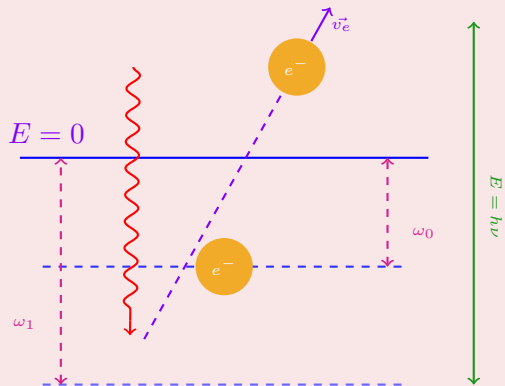
El efecto fotoeléctrico

Extracción de fotoelectrones.

Breve descripción

- 1 Sobre un metal incide un fotón con energía $E = h\nu$
- 2 El fotón choca con un electrón.
- 3 Si $h\nu > \omega_0 \Rightarrow$ sale e^-

figuras:



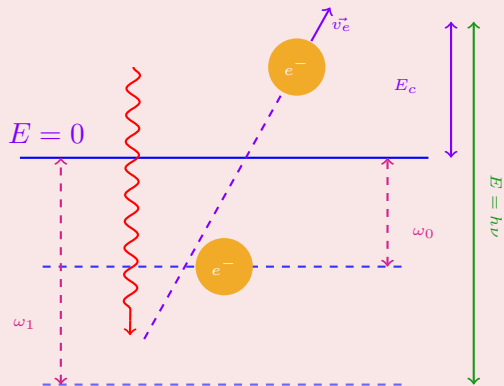
El efecto fotoeléctrico

Extracción de fotoelectrones.

Breve descripción

- 1 Sobre un metal incide un fotón con energía $E = h\nu$
- 2 El fotón choca con un electrón.
- 3 Si $h\nu > \omega_0 \Rightarrow$ sale e^-
- 4 $E_c = E - \omega_1 = h\nu - \omega_1$

figuras:



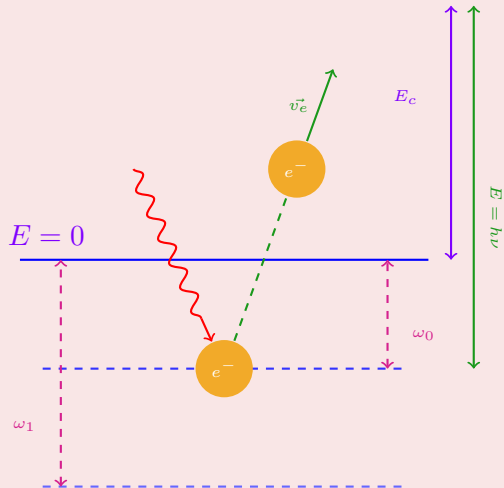
El efecto fotoeléctrico

Extracción de fotoelectrones.

Breve descripción

- 1 Sobre un metal incide un fotón con energía $E = h\nu$
- 2 El fotón choca con un electrón.
- 3 Si $h\nu > \omega_0 \Rightarrow$ sale e^-
- 4 $E_c = E - \omega_1 = h\nu - \omega_1$
- 5 $E_{c_{max}} = h\nu - \omega_0$

figuras:



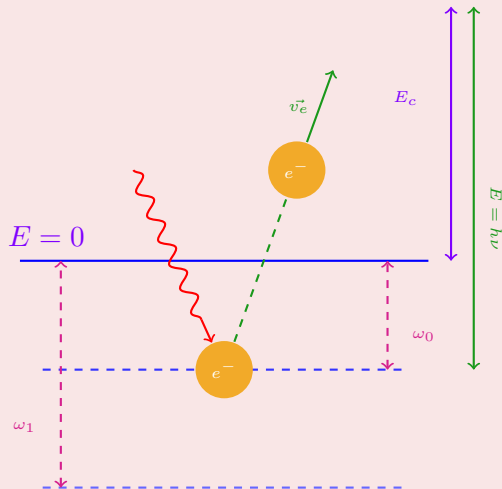
El efecto fotoeléctrico

Extracción de fotoelectrones.

Breve descripción

- 1 Sobre un metal incide un fotón con energía $E = h\nu$
- 2 El fotón choca con un electrón.
- 3 Si $h\nu > \omega_0 \Rightarrow$ sale e^-
- 4 $E_c = E - \omega_1 = h\nu - \omega_1$
- 5 $E_{c_{max}} = h\nu - \omega_0$
- 6 $V_{frenado} = \frac{E_{c_{max}}}{|q_e|} = E_{c_{max}} \text{ (eV)}$

figuras:



El efecto Compton

Choque de un fotón y un electrón

Un hallazgo *sorprendente*

El efecto Compton

Choque de un fotón y un electrón

Un hallazgo *sorprendente*

- 1 Un fotón incide contra un e^- exterior.

Figuras



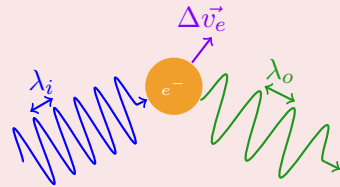
El efecto Compton

Choque de un fotón y un electrón

Un hallazgo sorprendente

- 1 Un fotón incide contra un e^- exterior.
- 2 Tras chocar, el fotón aumenta λ .

Figuras



El efecto Compton

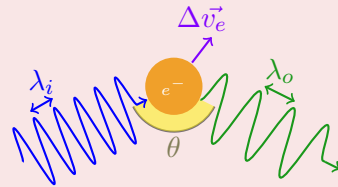
Choque de un fotón y un electrón

Un hallazgo sorprendente

- 1 Un fotón incide contra un e^- exterior.
- 2 Tras chocar, el fotón aumenta λ .

- 3
$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

Figuras



El efecto Compton

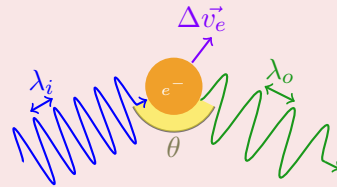
Choque de un fotón y un electrón

Un hallazgo *sorprendente*

- 1 Un fotón incide contra un e^- exterior.
- 2 Tras chocar, el fotón aumenta λ .

- 3
$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

Figuras



Explicación

El efecto Compton

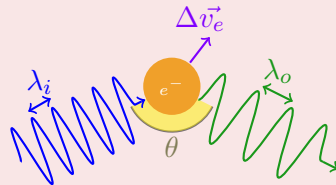
Choque de un fotón y un electrón

Un hallazgo sorprendente

- 1 Un fotón incide contra un e^- exterior.
- 2 Tras chocar, el fotón aumenta λ .

- 3
$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos\theta)$$

Figuras



Explicación

- El fotón choca con el electrón y le cede parte de su energía.

El efecto Compton

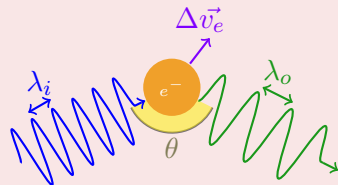
Choque de un fotón y un electrón

Un hallazgo sorprendente

- 1 Un fotón incide contra un e^- exterior.
- 2 Tras chocar, el fotón aumenta λ .

- 3
$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c}(1 - \cos\theta)$$

Figuras



Explicación

- El fotón choca con el electrón y le cede parte de su energía.
- El fotón así obtenido es menos energético, por lo que tiene mayor longitud de onda.

El efecto Compton

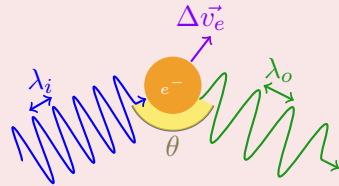
Choque de un fotón y un electrón

Un hallazgo *sorprendente*

- 1 Un fotón incide contra un e^- exterior.
- 2 Tras chocar, el fotón aumenta λ .

- 3
$$\Delta\lambda = \frac{h}{m_e c} (1 - \cos\theta)$$

Figuras



Explicación

- El fotón choca con el electrón y le cede parte de su energía.
- El fotón así obtenido es menos energético, por lo que tiene mayor longitud de onda.
- A mayor desviación, menor energía del fotón.

Longitud de onda de *De Broglie*

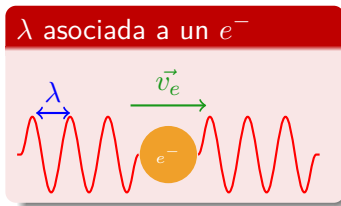
Onda asociada a una partícula en movimiento.

Postulado

- Todo cuerpo en movimiento lleva asociada una onda cuya longitud de onda es inversamente proporcional a su cantidad de movimiento.

Longitud de onda de *De Broglie*

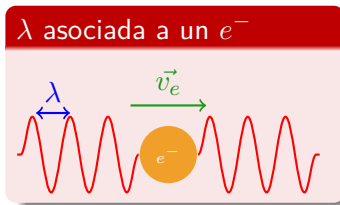
Onda asociada a una partícula en movimiento.



Consideraciones:

Longitud de onda de *De Broglie*

Onda asociada a una partícula en movimiento.

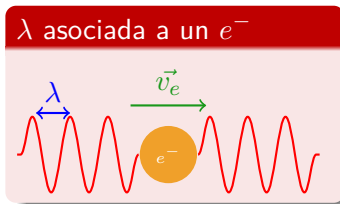


Consideraciones:

$$\textcircled{1} \lambda_b = \frac{h}{|\vec{p}|}$$

Longitud de onda de *De Broglie*

Onda asociada a una partícula en movimiento.



Consideraciones:

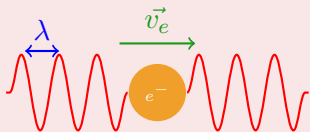
① $\lambda_b = \frac{h}{|\vec{p}|}$

• Si $|\vec{v}| \ll c \Rightarrow \lambda_b = \frac{h}{m \cdot |\vec{v}|}$

Longitud de onda de *De Broglie*

Onda asociada a una partícula en movimiento.

λ asociada a un e^-



Consideraciones:

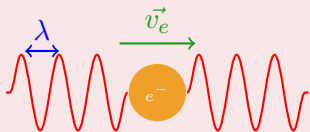
① $\lambda_b = \frac{h}{|\vec{p}|}$

- Si $|\vec{v}| \ll c \Rightarrow \lambda_b = \frac{h}{m \cdot |\vec{v}|}$
- Si $|\vec{v}| \lesssim c \Rightarrow \lambda_b = \frac{h}{m_o \cdot \gamma \cdot |\vec{v}|}$

Longitud de onda de *De Broglie*

Onda asociada a una partícula en movimiento.

λ asociada a un e^-



Consideraciones:

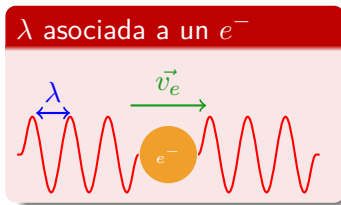
① $\lambda_b = \frac{h}{|\vec{p}|}$

- Si $|\vec{v}| \ll c \Rightarrow \lambda_b = \frac{h}{m \cdot |\vec{v}|}$
- Si $|\vec{v}| \lesssim c \Rightarrow \lambda_b = \frac{h}{m_o \cdot \gamma \cdot |\vec{v}|}$

- ② Partículas como e^- actúan como ondas.

Longitud de onda de *De Broglie*

Onda asociada a una partícula en movimiento.



Consideraciones:

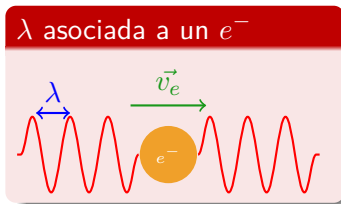
① $\lambda_b = \frac{h}{|\vec{p}|}$

- Si $|\vec{v}| \ll c \Rightarrow \lambda_b = \frac{h}{m \cdot |\vec{v}|}$
- Si $|\vec{v}| \lesssim c \Rightarrow \lambda_b = \frac{h}{m_o \cdot \gamma \cdot |\vec{v}|}$

- ② Partículas como e^- actúan como ondas.
- ③ Realizan fenómenos ondulatorios, como la difracción.

Longitud de onda de *De Broglie*

Onda asociada a una partícula en movimiento.



Consideraciones:

① $\lambda_b = \frac{h}{|\vec{p}|}$

• Si $|\vec{v}| \ll c \Rightarrow \lambda_b = \frac{h}{m \cdot |\vec{v}|}$

• Si $|\vec{v}| \lesssim c \Rightarrow \lambda_b = \frac{h}{m_o \cdot \gamma \cdot |\vec{v}|}$

- ② Partículas como e^- actúan como ondas.
- ③ Realizan fenómenos ondulatorios, como la difracción.
- ④ Se aplica en el microscopio electrónico.

Definición de β y γ

¿Qué ocurre si $v \rightarrow c$?

Parámetros relativistas

Definición de β y γ

¿Qué ocurre si $v \rightarrow c$?

Parámetros relativistas

1 Definición: $\beta = \frac{v}{c}$

Definición de β y γ

¿Qué ocurre si $v \rightarrow c$?

Parámetros relativistas

- ① Definición: $\beta = \frac{v}{c}$
- Si $m_0 \neq 0 \Rightarrow \beta < 1$

Definición de β y γ

¿Qué ocurre si $v \rightarrow c$?

Parámetros relativistas

- Definición: $\beta = \frac{v}{c}$
 - Si $m_0 \neq 0 \Rightarrow \beta < 1$
- Definición: $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$

Definición de β y γ

¿Qué ocurre si $v \rightarrow c$?

Parámetros relativistas

- Definición: $\beta = \frac{v}{c}$
 - Si $m_0 \neq 0 \Rightarrow \beta < 1$
- Definición: $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$
 - $\lim_{v \rightarrow c} \gamma = \lim_{\beta \rightarrow 1} \gamma = \infty$

Cantidad de movimiento relativista

$|\vec{p}|$ y m relativista

Cantidad de movimiento relativista

$|\vec{p}|$ y m relativista

1 Cálculo de $|\vec{p}|$:
$$p = \frac{m_0 \cdot v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = m_0 \cdot \gamma \cdot v$$

Cantidad de movimiento relativista

$|\vec{p}|$ y m relativista

- 1 Cálculo de $|\vec{p}|$: $p = \frac{m_0 \cdot v}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = m_0 \cdot \gamma \cdot v$
- 2 Definimos la masa relativista: $m = m_0 \cdot \gamma$

Energía relativista

Energía cinética y energía en reposo

Energía cinética y energía en reposo

Energía relativista

Energía cinética y energía en reposo

Energía cinética y energía en reposo

- Se define la energía en reposo de un cuerpo: $E_0 = m_0 \cdot c^2$, siendo m_0 su masa en reposo.

Energía relativista

Energía cinética y energía en reposo

Energía cinética y energía en reposo

- Se define la energía en reposo de un cuerpo: $E_0 = m_0 \cdot c^2$, siendo m_0 su masa en reposo.
- La energía de un cuerpo es: $E = mc^2$, siendo m su masa relativista: $m = \gamma \cdot m_0$

Energía relativista

Energía cinética y energía en reposo

Energía cinética y energía en reposo

- Se define la energía en reposo de un cuerpo: $E_0 = m_0 \cdot c^2$, siendo m_0 su masa en reposo.
- La energía de un cuerpo es: $E = mc^2$, siendo m su masa relativista: $m = \gamma \cdot m_0$
- La energía cinética es la diferencia entre ambas energías:
$$E_c = E - E_0 = m_0 c^2 \cdot (\gamma - 1)$$

Defecto de masa

Energía por nucleón

Definición

- Un núcleo es estable si su masa es menor que las partículas que lo forman por separado.
- Ese *defecto de masa* se ha transformado en la energía de enlace.

- $\Delta m = \sum_{i=1}^A m_i - m_{\text{núcleo}}$, siendo A el número másico.

- La energía de enlace por nucleón será: $E_n = \frac{\Delta m \cdot c^2}{A}$

Energía por nucleón

Gráfica

Energía por nucleón

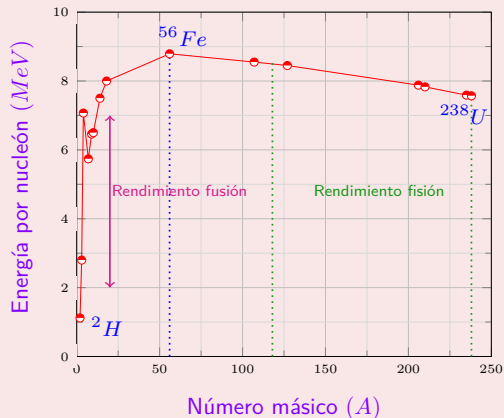
Energía por nucleón

Gráfica

Energía por nucleón

- El valor máximo se alcanza para el ^{56}Fe . (8,8 MeV)

Energía por nucleón según A



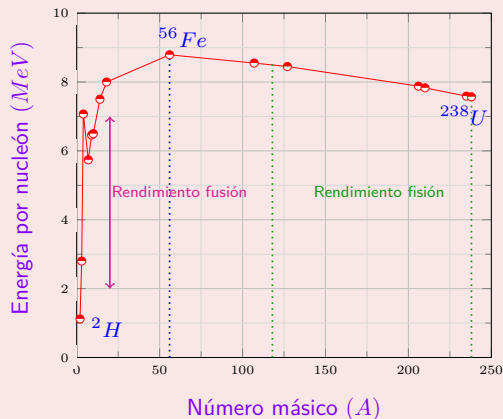
Energía por nucleón

Gráfica

Energía por nucleón

- El valor máximo se alcanza para el ^{56}Fe . (8,8 MeV)
- La fisión nuclear del ^{238}U es rentable energéticamente si se obtienen núcleos con $A \geq 118$

Energía por nucleón según A



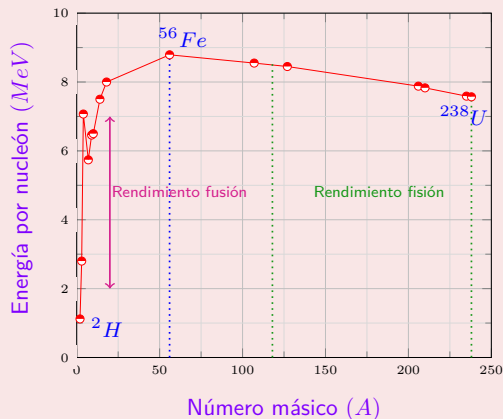
Energía por nucleón

Gráfica

Energía por nucleón

- El valor máximo se alcanza para el ^{56}Fe . (8,8 MeV)
- La fisión nuclear del ^{238}U es rentable energéticamente si se obtienen núcleos con $A \geq 118$
- La fusión nuclear es rentable con núcleos pequeños.

Energía por nucleón según A



Desintegraciones radioactivas

Ley de las desintegraciones radioactivas

Número de núcleos sin desintegrar

Desintegraciones radioactivas

Ley de las desintegraciones radioactivas

Número de núcleos sin desintegrar

- En una muestra radioactiva, el número de núcleos sin desintegrarse será:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

Desintegraciones radioactivas

Ley de las desintegraciones radioactivas

Número de núcleos sin desintegrar

- En una muestra radioactiva, el número de núcleos sin desintegrarse será:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

- $N_0 \Rightarrow$ **Número inicial de núcleos.**

Desintegraciones radioactivas

Ley de las desintegraciones radioactivas

Número de núcleos sin desintegrar

- En una muestra radioactiva, el número de núcleos sin desintegrarse será:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

- $N_0 \Rightarrow$ Número inicial de núcleos.
- $\lambda \Rightarrow$ Constante radioactiva.

Desintegraciones radioactivas

Ley de las desintegraciones radioactivas

Número de núcleos sin desintegrar

- En una muestra radioactiva, el número de núcleos sin desintegrarse será:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

- $N_0 \Rightarrow$ Número inicial de núcleos.
- $\lambda \Rightarrow$ Constante radioactiva.
- $\tau \Rightarrow$ Vida media.

Desintegraciones radioactivas

Ley de las desintegraciones radioactivas

Número de núcleos sin desintegrar

- En una muestra radioactiva, el número de núcleos sin desintegrarse será:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

- $N_0 \Rightarrow$ Número inicial de núcleos.
- $\lambda \Rightarrow$ Constante radioactiva.
- $\tau \Rightarrow$ Vida media.

- $\lambda = \frac{1}{\tau}$

Periodo de semidesintegración o semivida

Gráficas

Periodo de semidesintegración

Periodo de semidesintegración o semivida

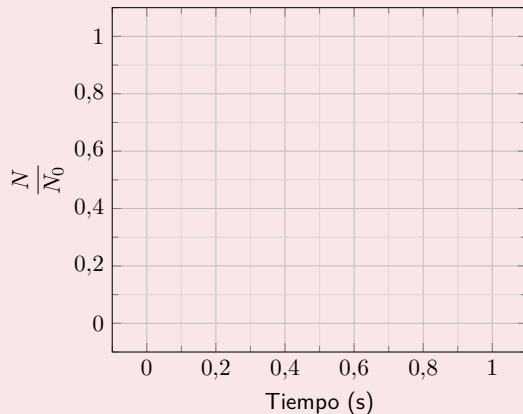
Gráficas

Periodo de semidesintegración

- Es el tiempo necesario para desintegrar la mitad de la muestra.

Gráficas

Gráficas $\frac{N}{N_0}$



Periodo de semidesintegración o semivida

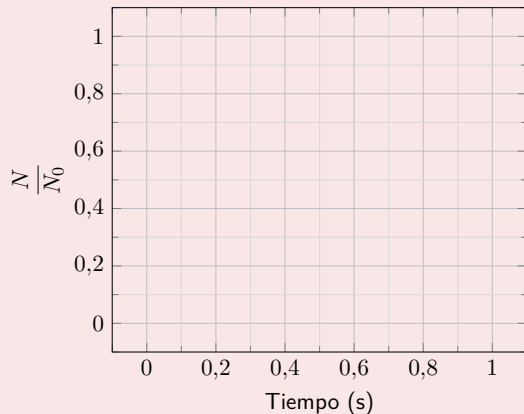
Gráficas

Periodo de semidesintegración

- Es el tiempo necesario para desintegrar la mitad de la muestra.
- $\frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot T} \Rightarrow T = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \tau \cdot \ln(2)$

Gráficas

Gráficas $\frac{N}{N_0}$



Periodo de semidesintegración o semivida

Gráficas

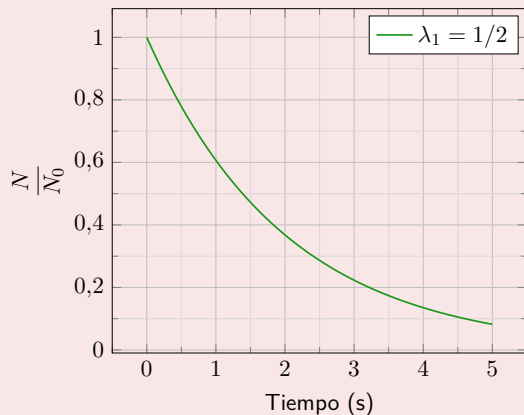
Periodo de semidesintegración

- Es el tiempo necesario para desintegrar la mitad de la muestra.
- $\frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot T} \Rightarrow T = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \tau \cdot \ln(2)$

Gráficas

- $\lambda_1 = \frac{1}{2} \text{ s}^{-1}$

Gráficas $\frac{N}{N_0}$



Periodo de semidesintegración o semivida

Gráficas

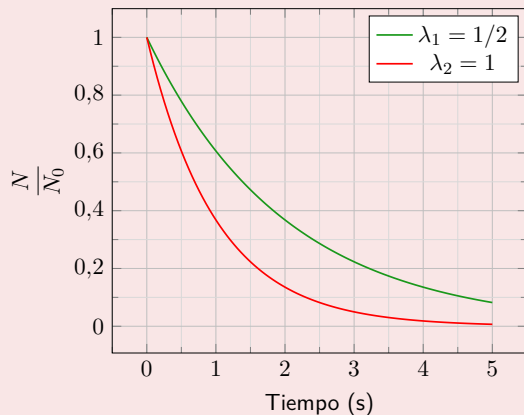
Periodo de semidesintegración

- Es el tiempo necesario para desintegrar la mitad de la muestra.
- $\frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot T} \Rightarrow T = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \tau \cdot \ln(2)$

Gráficas

- $\lambda_1 = \frac{1}{2} \text{ s}^{-1}$
- $\lambda_2 = 1 \text{ s}^{-1}$

Gráficas $\frac{N}{N_0}$



Periodo de semidesintegración o semivida

Gráficas

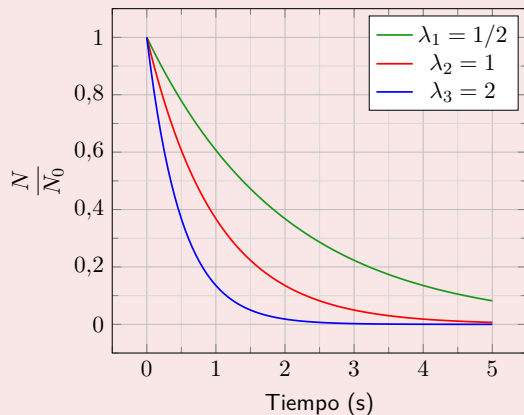
Periodo de semidesintegración

- Es el tiempo necesario para desintegrar la mitad de la muestra.
- $\frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot T} \Rightarrow T = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \tau \cdot \ln(2)$

Gráficas

- $\lambda_1 = \frac{1}{2} \text{ s}^{-1}$
- $\lambda_2 = 1 \text{ s}^{-1}$
- $\lambda_3 = 2 \text{ s}^{-1}$

Gráficas $\frac{N}{N_0}$



Periodo de semidesintegración o semivida

Gráficas

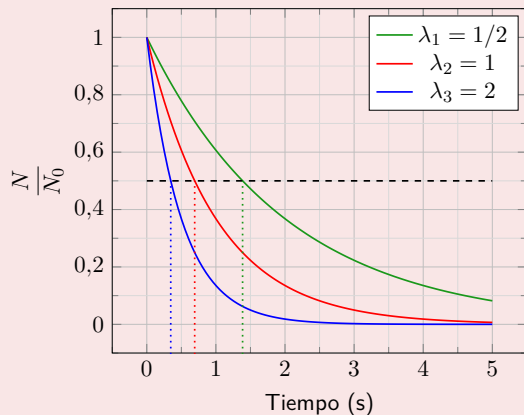
Periodo de semidesintegración

- Es el tiempo necesario para desintegrar la mitad de la muestra.
- $\frac{1}{2} = e^{-\lambda \cdot T} \Rightarrow T = \frac{\ln(2)}{\lambda} = \tau \cdot \ln(2)$

Gráficas

- $\lambda_1 = \frac{1}{2} \text{ s}^{-1}$
- $\lambda_2 = 1 \text{ s}^{-1}$
- $\lambda_3 = 2 \text{ s}^{-1}$
- **Periodos de semidesintegración:**

Gráficas $\frac{N}{N_0}$



Actividad de una muestra

Definición

Actividad de una muestra radioactiva:

Actividad de una muestra

Definición

Actividad de una muestra radioactiva:

- Se define como el número de desintegraciones por unidad de tiempo.

Actividad de una muestra

Definición

Actividad de una muestra radioactiva:

- Se define como el número de desintegraciones por unidad de tiempo.
- Su unidad en el sistema internacional es el Becquerel: $1Bq \equiv 1 \text{ des/s}$

Actividad de una muestra

Definición

Actividad de una muestra radioactiva:

- Se define como el número de desintegraciones por unidad de tiempo.
- Su unidad en el sistema internacional es el Bequerel: $1Bq \equiv 1 \text{ des/s}$

- Varía con el tiempo según la ley: $A = -\frac{dN(t)}{dt} = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$

Actividad de una muestra

Definición

Actividad de una muestra radioactiva:

- Se define como el número de desintegraciones por unidad de tiempo.
- Su unidad en el sistema internacional es el Bequerel: $1Bq \equiv 1 \text{ des/s}$
- Varía con el tiempo según la ley: $A = -\frac{dN(t)}{dt} = A_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t}$
- En cualquier instante de tiempo: $A(t) = \lambda \cdot N(t)$

Tipos de desintegraciones radioactivas

Desintegraciones radioactivas

Tipos de desintegraciones radioactivas

Desintegraciones radioactivas

Hay tres tipos de desintegraciones radioactivas:

- Desintegración α

Tipos de desintegraciones radioactivas

Desintegraciones radioactivas

Hay tres tipos de desintegraciones radioactivas:

- Desintegración α
- Desintegración β

Tipos de desintegraciones radioactivas

Desintegraciones radioactivas

Hay tres tipos de desintegraciones radioactivas:

- Desintegración α
- Desintegración β
- Desintegración γ

La desintegración α

Desintegración α

- Un núcleo pesado emite una partícula α (núcleo de Helio)

La desintegración α

Desintegración α

- Un núcleo pesado emite una partícula α (núcleo de Helio)
- La reacción nuclear ajustada sería la siguiente:

La desintegración α

Desintegración α

- Un núcleo pesado emite una partícula α (núcleo de Helio)
- La reacción nuclear ajustada sería la siguiente:



La desintegración α

Desintegración α

- Un núcleo pesado emite una partícula α (núcleo de Helio)
- La reacción nuclear ajustada sería la siguiente:
 - ${}^A_Z X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \alpha$
 - Ejemplo: ${}^{238}_{92} \text{U} \longrightarrow {}^{234}_{90} \text{Th} + {}^4_2 \alpha$

La desintegración α

Desintegración α

- Un núcleo pesado emite una partícula α (núcleo de Helio)
- La reacción nuclear ajustada sería la siguiente:
 - ${}^A_Z X \longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \alpha$
 - Ejemplo: ${}^{238}_{92} \text{U} \longrightarrow {}^{234}_{90} \text{Th} + {}^4_2 \alpha$
- El elemento obtenido está dos lugares a la izquierda en la tabla periódica.

Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-

Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-
 - Un neutrón se convierte en un protón, emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico:

Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-
 - Un neutrón se convierte en un protón, emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico:
 - $n \longrightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$

Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-
 - Un neutrón se convierte en un protón, emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico:
 - $n \longrightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$
 - ${}^A_Z X \longrightarrow {}^A_{Z+1} Y + e^- + \bar{\nu}_e$

Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-
 - Un neutrón se convierte en un protón, emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico:
 - $n \longrightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$
 - ${}^A_Z X \longrightarrow {}^A_{Z+1} Y + e^- + \bar{\nu}_e$
 - Se avanza un elemento en la tabla periódica.

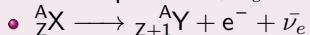
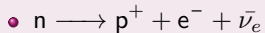
Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-
 - Un neutrón se convierte en un protón, emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico:
 - $n \longrightarrow p^+ + e^- + \bar{\nu}_e$
 - ${}_Z^AX \longrightarrow {}_{Z+1}^AY + e^- + \bar{\nu}_e$
 - Se avanza un elemento en la tabla periódica.
 - Ejemplo: ${}^{14}_6\text{C} \longrightarrow {}^{14}_7\text{N} + e^- + \bar{\nu}_e$

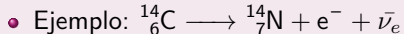
Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-

- Un neutrón se convierte en un protón, emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico:



- Se avanza un elemento en la tabla periódica.

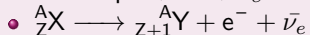
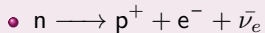


- Desintegración β^+

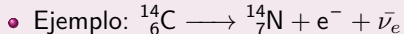
Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-

- Un neutrón se convierte en un protón, emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico:



- Se avanza un elemento en la tabla periódica.



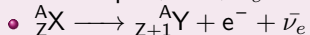
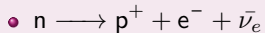
- Desintegración β^+

- Un protón se convierte en un neutrón, emitiendo un positrón y un neutrino electrónico:

Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-

- Un neutrón se convierte en un protón, emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico:



- Se avanza un elemento en la tabla periódica.



- Desintegración β^+

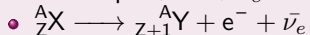
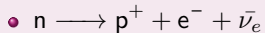
- Un protón se convierte en un neutrón, emitiendo un positrón y un neutrino electrónico:



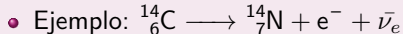
Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-

- Un neutrón se convierte en un protón, emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico:

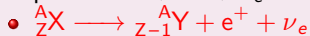
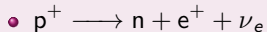


- Se avanza un elemento en la tabla periódica.



- Desintegración β^+

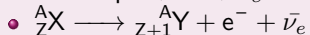
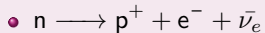
- Un protón se convierte en un neutrón, emitiendo un positrón y un neutrino electrónico:



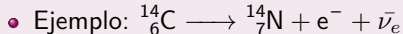
Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-

- Un neutrón se convierte en un protón, emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico:

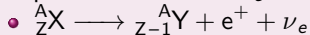
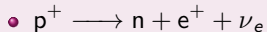


- Se avanza un elemento en la tabla periódica.



- Desintegración β^+

- Un protón se convierte en un neutrón, emitiendo un positrón y un neutrino electrónico:

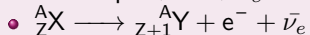
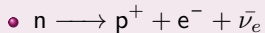


- Se retrocede un elemento en la tabla periódica.

Tipos de desintegraciones β

- Desintegración radioactiva β^-

- Un neutrón se convierte en un protón, emitiendo un electrón y un antineutrino electrónico:

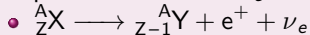
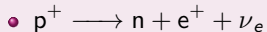


- Se avanza un elemento en la tabla periódica.



- Desintegración β^+

- Un protón se convierte en un neutrón, emitiendo un positrón y un neutrino electrónico:



- Se retrocede un elemento en la tabla periódica.



La desintegración γ

La desintegración γ

La desintegración γ

La desintegración γ

- Es un tipo de desintegración radiactiva en la que se emite un fotón muy energético. ($\sim MeV$)

La desintegración γ

La desintegración γ

- Es un tipo de desintegración radiactiva en la que se emite un fotón muy energético. ($\sim MeV$)
- Proviene de desexcitaciones de nucleones.

La desintegración γ

La desintegración γ

- Es un tipo de desintegración radiactiva en la que se emite un fotón muy energético. ($\sim MeV$)
- Proviene de desexcitaciones de nucleones.
- **Los números atómicos y másicos no varían.**

La desintegración γ

La desintegración γ

- Es un tipo de desintegración radiactiva en la que se emite un fotón muy energético. ($\sim MeV$)
- Proviene de desexcitaciones de nucleones.
- Los números atómicos y másicos no varían.
- La reacción sería: ${}^A_ZX^* \longrightarrow {}^A_ZX + \gamma$

La desintegración γ

La desintegración γ

- Es un tipo de desintegración radiactiva en la que se emite un fotón muy energético. ($\sim MeV$)
- Proviene de desexcitaciones de nucleones.
- Los números atómicos y másicos no varían.
- La reacción sería: ${}^A_ZX^* \longrightarrow {}^A_ZX + \gamma$
- Ejemplo: $n + {}^{115}_{49}\text{In} \longrightarrow {}^{116}_{49}\text{In}^* \longrightarrow {}^{116}_{49}\text{In} + \gamma$