

SISTEMA DE DESINTEGRACION RADIOACTIVA EN MODELO BÁSICO.

Sara M. Gallego Molina, Sebastián Saldarriaga Cardona.

RESUMEN: La radiactividad es un fenómeno natural que ocurre cuando los átomos de ciertos elementos emiten radiación convirtiéndose en partículas más pequeñas. El experimento se dividió en dos momentos, primero se tomó medidas y la incertidumbre del instrumento para encontrar las respectivas áreas y volúmenes, luego mediante el método de propagación del error se pudo calcular el error asociado a la densidad y se procedió a los cálculos de desintegración radioactiva. Los resultados muestran que el tiempo de vida media de las partículas varió mucho según cada criterio. Los modelos matemáticos desarrollados para cada criterio permitieron una estimación aproximada de los tiempos de vida y sus incertidumbres asociadas. Estos análisis proporcionan una comprensión más profunda de la desintegración radiactiva y subrayan la importancia de considerar las variaciones en los resultados en función de las condiciones experimentales.

Palabras claves: Desintegración, Radioactividad, Átomos.

INTRODUCCIÓN

La radiactividad es un fenómeno natural que ocurre cuando los átomos de ciertos elementos emiten radiación convirtiéndose en partículas más pequeñas. La desintegración radiactiva es un proceso en el cual un núcleo inestable pierde energía espontáneamente al emitir partículas ionizantes y radiación.

Esta es de naturaleza estadística y exponencial, donde solo se puede describir la evolución de los valores de interés; como ejemplo el número de átomos que se descomponen por unidad de tiempo; Además, es una vía para que los núcleos inestables alcancen una configuración energética más estable. La finalidad de esta práctica es determinar la desintegración radioactiva por método simple donde permite evidenciar el decaimiento exponencial de cada modelo, donde por medio de herramientas computacionales se generará la ecuación exponencial de la actividad radioactiva y a partir de esta el resultado de tiempo vida de cada modelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se dividió en dos momentos, primero se tomó medidas y la incertidumbre del

instrumento para encontrar las respectivas áreas y volúmenes, luego mediante el método de propagación del error se pudo calcular el error asociado a la masa y al volumen, encontrando la densidad y su valor de error asociado y se procedió a realizar los cálculos de la desintegración radioactiva.

Instrumento	Incertidumbre
Pie de Rey	± 0.05 mm
Balanza digital	± 0.1 g

Tabla 1: Incertidumbre de los objetos.

La densidad es una propiedad de la materia que determina la cantidad de masa que tiene por unidad de volumen y se expresa de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Para el desarrollo de la densidad de la arandela se utilizaron dos instrumentos; uno de ellos es el pie de rey el cual permite medir la altura y el diámetro de la arandela y la balanza digital ayuda a pesar la arandela.



Imagen 1: instrumento pie de rey y balanza digital.

Luego, mediante operaciones matemáticas, se debe encontrar la propagación del error, ya que en todo proceso experimental siempre se asocia una incertidumbre, se puede obtener con una derivada parcial.

$$d\rho = \frac{\partial \rho}{\partial m} dm + \frac{\partial \rho}{\partial v} dv$$

Formula general del error asociado a la densidad.

Tras los pasos anteriores, se procede con el modelo de desintegración radioactiva; primero se hace un conteo de las arandelas presentes en la caja (contienen 98), se crean tres modelos diferentes, que tendrán criterios específicos (imagen 2) para determinar la desintegración en cada lanzamiento hasta que quede con 1 arandela en la caja, garantizando que en cada lanzamiento se retiraran ciertas arandelas que cumplan las condiciones de cada criterio. Para luego, con la información obtenida, realizar un modelo exponencial para encontrar la ecuación que mejor se ajuste a los datos graficados y así determinar el tiempo de vida media.

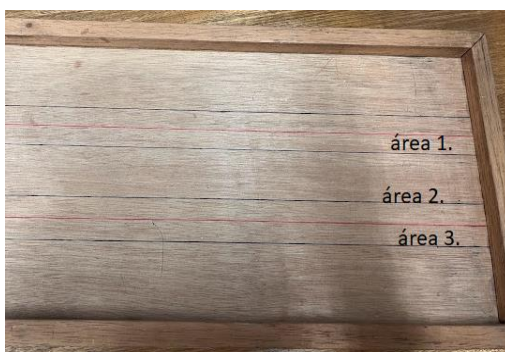


Imagen 2: Tabla con criterios.

RESULTADOS Y DISCUSION:

1. Toma de medidas de las arandelas:

Después de tomar las medidas de 8 de las arandelas aleatorias con los instrumentos ya

mencionados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Radios [mm]		Altura [mm]	Masa [g]
r1	r2	H	m
8,3 ± 0,025	2,85 ± 0,025	1,1 ± 0,05	1,3 ± 0,1
8,175 ± 0,025	2,65 ± 0,025	1 ± 0,05	1 ± 0,1
8,2 ± 0,025	2,65 ± 0,025	1 ± 0,05	1,2 ± 0,1
8,15 ± 0,025	2,6 ± 0,025	1 ± 0,05	1,1 ± 0,1
8,175 ± 0,025	2,65 ± 0,025	1 ± 0,05	1,1 ± 0,1
8,25 ± 0,025	3 ± 0,025	1 ± 0,05	1,3 ± 0,1
8,2 ± 0,025	2,65 ± 0,025	0,8 ± 0,05	1,1 ± 0,1
8,2 ± 0,025	2,6 ± 0,025	1 ± 0,05	1,2 ± 0,1

Tabla 2: Datos de radios, altura y masa.

Aplicando las fórmulas de volumen y densidad, se hallaron las de cada arandela medida con la incertidumbre asociada a cada una de estas medidas.

Volumen [mm ³]	Densidad [g/cm ³]
V	ρ
209,997 ± 13,398	6,191 ± 0,871
187,893 ± 12,795	5,322 ± 0,895
189,179 ± 12,868	6,343 ± 0,96
187,435 ± 12,749	5,869 ± 0,933
187,893 ± 12,795	5,854 ± 0,931
185,55 ± 12,812	7,006 ± 1,023
151,343 ± 12,186	7,268 ± 1,246
190,004 ± 12,893	6,316 ± 0,955

Tabla 3: Datos de Volumen y densidad.

Cabe resaltar que, para facilitar la comprensión, las unidades de medida de la densidad se convirtieron de gr/mm³ a gr/cm³, ya que esta es una unidad con la que se suele estar más familiarizado.

Ahora, tras analizar los resultados, se observa que la densidad promedio de las arandelas es ligeramente inferior a la densidad típica del acero (aproximadamente 7.85 gr/cm³). Esta diferencia puede deberse a que el estado de las

arandelas era muy variable, las cuales presentaban diferentes cantidades de óxido, e incluso algunas malformaciones. Estas situaciones pueden afectar en gran medida las mediciones en las propiedades de estas.

2. Desintegración radiactiva:

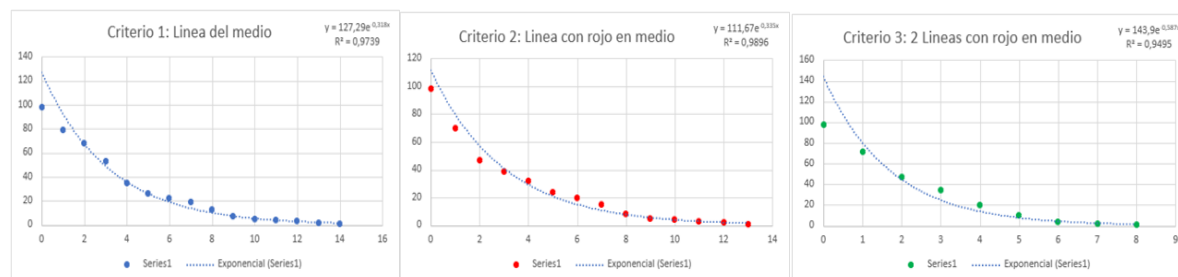


Gráfico 1: Desintegración radioactiva por tres criterios

Tras completar la medición de las arandelas, se continuó con el experimento de desintegración radiactiva, para el que se repitieron tres, una por criterio definido.

Estas gráficas muestran la forma en que el número de arandelas (eje Y) va decreciendo de forma exponencial con respecto al número de tiradas (eje X), para cada uno de los criterios. Cada gráfica muestra una línea de tendencia, su fórmula correspondiente (en la esquina superior derecha), y el coeficiente de determinación (R^2), que refleja la calidad del ajuste.

Utilizando las fórmulas dadas por el ajuste, se determinó el valor de λ de cada criterio. Gracias a este fue posible calcular el tiempo de vida media para cada conjunto de datos, el cual se muestra en esta tabla:

Criterio	Tiempo de vida media
1	2,179708115
2	2,069096061
3	1,18082995

Tabla 4: Datos Tiempo de vida media.

Además, al multiplicar λ por el N_i (número de arandelas tras cada lanzamiento) de cada criterio, se obtuvo la representación gráfica de

como los “átomos” iban perdiendo tras cada iteración.

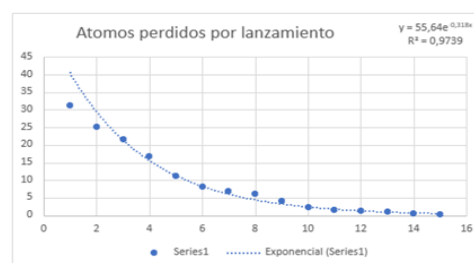


Gráfico 2: Átomos perdidos por lanzamiento.

Posteriormente, le aplicamos logaritmo natural a cada N_i , para crear la siguiente gráfica:

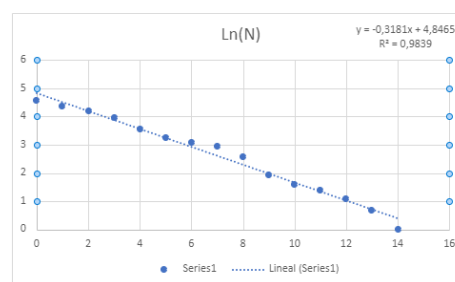


Gráfico 3: Incertidumbre de pendiente

En esta se puede observar una nueva fórmula con la forma

$$\lambda = \lambda_0 + d(\lambda)$$

Donde $d(\lambda)$ representa la incertidumbre asociada al λ de cada uno de los modelos calculados.

Después, utilizando el valor $\ln(N)$, logramos hacer una estimación lineal del proceso de

decaimiento radiactivo. Esto nos permitió determinar la incertidumbre asociada a la vida media, y así finalmente definimos nuestros modelos de la siguiente manera.

Modelo de desintegración radioactiva			
Criterio	$N = N_0 e^{(-\lambda t)}$	R^2	I
Área 2	$127,29 e^{(0,318 \cdot i)}$	0,937	$2,179708115 \pm 0,011291$
Área 1	$111,67 e^{(0,335 \cdot i)}$	0,9896	$2,069096061 \pm 0,012771$
Área 1 y 3	$143,9 e^{(0,587 \cdot i)}$	0,9495	$1,18082995 \pm 0,037312$

Tabla 5: Modelo de desintegración radioactiva

Los resultados muestran que el tiempo de vida media de las partículas varió mucho según cada criterio. Los modelos matemáticos desarrollados para cada criterio permitieron una estimación aproximada de los tiempos de vida y sus incertidumbres asociadas. Esto resalta la importancia de considerar diferentes condiciones experimentales al estudiar la desintegración radiactiva y su variabilidad.

En particular, se observa que el criterio 3 muestra un tiempo de vida menor que los demás criterios, debido principalmente a la diferencia, en cuanto áreas, de los espacios que determinaban que arandelas eran descartadas y cuáles no.

Además, el valor de R^2 más alto corresponde al del criterio 2, dando a entender que presenta una calidad de ajuste mucho mayor, de 0,9896. Esto muestra una mayor consistencia y precisión en las condiciones experimentales asociadas con este criterio.

CONCLUSION

Aunque teóricamente las arandelas deben de tener la misma densidad ya que estas son hechas con el mismo material; los resultados experimentales demuestran lo contrario, no siempre en un proceso experimental se va a llegar al resultado esperado, Además nos permitió confirmar que no se puede predecir cuándo ocurrirá la desintegración de una partícula, pero si podemos calcular la tasa de desintegración promedio. Los gráficos nos ayudan a entender que a medida que pasa el tiempo, la cantidad de núcleos inestables disminuye exponencialmente.

Estos análisis proporcionan una comprensión más profunda de la desintegración radiactiva y subrayan la importancia de considerar las variaciones en los resultados en función de las condiciones experimentales.

REFERENCIAS

La desintegración n radioactiva. (s. f.). <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/desintegracion/radio.htm>

Libretexts. (2022). 1.3: *desintegración radiactiva*. LibreTexts español. [https://espanol.libretexts.org/Fisica/F%C3%A4sica Nuclear y de Part%C3%ADculas/Libro%3A Introducci%C3%B3n a la F%C3%A4sica Nuclear Aplicada \(Cappellaro\)/01%3A Introducci%C3%B3n a la F%C3%ADsica Nuclear/1.03%3A Desintegraci%C3%B3n radiactiva](https://espanol.libretexts.org/Fisica/F%C3%A4sica Nuclear y de Part%C3%ADculas/Libro%3A Introducci%C3%B3n a la F%C3%A4sica Nuclear Aplicada (Cappellaro)/01%3A Introducci%C3%B3n a la F%C3%ADsica Nuclear/1.03%3A Desintegraci%C3%B3n radiactiva)

