



UNAH
UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE HONDURAS

Universidad Nacional Autónoma de
Honduras

Facultad de Ciencias

Escuela de Física



Adaptada por: Arnold Chávez

FS-210 Biofísica

LABORATORIO #5: Vida Media / Radioactividad

Instructor (a): _____

Nombre: _____ N° Cuenta: _____

Nombre: _____ N° Cuenta: _____

Nombre: _____ N° Cuenta: _____

Nombre: _____ N° Cuenta: _____

Nombre: _____ N° Cuenta: _____

Fecha: _____ Sección: _____

1. OBJETIVOS

1. Medir cuánto es el conteo producido por la radiación de fondo.
2. Calcular la constante de decaimiento del elemento Sr-90.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Radiactividad

En el año de 1896 **Henri Becquerel** descubrió por accidente que los cristales de sulfato de potasio de uranio emiten una radiación invisible que puede oscurecer una placa fotográfica cuando está protegida de la luz. Este proceso de la emisión espontánea de la radiación por el uranio pronto se conocería como **radiactividad**.



Figura 1: Marie Curie. Científica polaca (1867-1934) (Jewett & Serway, 2014)

Experimentos consecutivos, realizados por otros científicos, demostraron que existían otras sustancias que eran más radiactivas. Las investigaciones de mayor importancia de ese tipo fueron realizadas por **Marie y Pierre Curie**.

La **radiactividad** es el proceso por el cual un núcleo atómico inestable pierde energía mediante la emisión de radiación. Un material que contiene estos núcleos inestables se considera radiactivo.

2.2. Actividad y Vida Media

La rapidez de decaimiento R , que representa el número de descomposiciones por cada segundo de una muestra se conoce con frecuencia como su *actividad*.

$$R = \left| \frac{dN}{dt} \right| = \lambda N = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = R_0 e^{-\lambda t} \quad (1)$$

Cuanto mayor sea la cantidad de núcleos en la muestra, más núcleos decaen durante cualquier intervalo de tiempo. Es decir, la actividad es directamente proporcional a $N(t)$.

Para encontrar la cantidad de núcleos restantes en una muestra radioactiva empleamos:

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad (2)$$

donde la constante N_0 representa la cantidad de núcleos radiactivos aún sin decaer en el instante $t = 0$. y λ , conocida como la *constante de decaimiento*, es la probabilidad de decaimiento por cada

núcleo por cada segundo.

Una unidad de la actividad de uso frecuente es el **curie (Ci)**, que se define como

$$1 \text{ Ci} = 3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

La vida media $T_{1/2}$ es el tiempo necesario para que la cantidad de núcleos radiactivos disminuya hasta la mitad del número original N_0

Para encontrar una expresión para la vida media, primero reemplazamos $N = N_0/2$ y $t = T_{1/2}$ en la ecuación (2) para conseguir

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} \quad (3)$$

El tiempo de vida media T_a , generalmente llamada *tiempo de vida* de un núcleo o de una partícula inestable, es proporcional a la vida media $T_{1/2}$:

$$T_a = \frac{1}{\lambda} = \frac{T_{1/2}}{\ln 2} \quad (4)$$

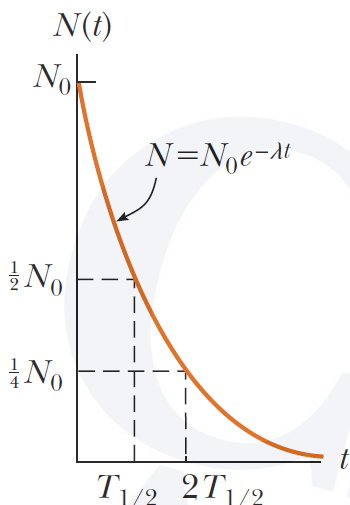


Figura 2: Gráfica de la ley de decaimiento exponencial para núcleos radiactivos

2.3. Contador Geiger-Muller



Figura 3: Contador Geiger-Muller ST-160

El contador Geiger-Muller es un detector de radiación que contiene un gas que se ioniza al paso de la misma, de forma que cuenta el número de partículas o fotones independientemente de su naturaleza o de su energía.

El contador Geiger-Muller no detecta solamente la radiación emitida por la fuente que se mida, sino que detecta toda la radiación que se encuentra en la naturaleza. Es necesario, por lo tanto, realizar mediciones para establecer un valor fijo para dicha radiación y poder despreciarla.

3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

En la siguiente práctica se intentará medir la cantidad de partículas emitidas conforme el material decae. Debido a que el Sr-90 tarda más de 28 años en decaer, se utilizarán placas como atenuadores que simularán períodos de tiempo. A continuación se explica con más detalle cómo se realizará dicho procedimiento.

1. Conectar el medidor ST-160 a una fuente de voltaje de 110 V
2. Encender el medidor ST-160. El botón de encendido se encuentra en la parte posterior del aparato.
3. En el medidor ST-160 observaremos una serie de botones (COUNT, STOP, H.V., TIME, UP, DOWN), además de una pequeña pantalla, con los cuales haremos una configuración sencilla
 - Buscamos el botón con las siglas H.V. (Alto Voltaje), luego presionamos el botón UP seguidamente hasta llegar a 380, presionamos nuevamente H.V.
 - Presionamos el botón TIME, después presionamos UP hasta llegar a 20. Presionamos finalmente dos veces el botón TIME.
 - Ahora tenemos configurado el medidor ST-160; cada vez que presionemos el botón COUNT este se detendrá pasados 20 segundos y mostrará en pantalla el dato de conteos (núcleos). Al volver a presionar el botón COUNT, el medidor vuelve a dar los conteos desde cero. De esta manera presionamos dicho botón cada vez que deseemos una medición.
4. Realizar una medición de la radiación de fondo. Esta se hará realizando una medición sin colocar ninguna pastilla radiactiva. Se realizarán 5 mediciones y se sacará un promedio.
5. Colocar dentro del panel del medidor una pastilla radiactiva de Sr-90, en la segunda ranura (de abajo hacia arriba).
6. Medir la cantidad de conteos sin placa entre el medidor y la pastilla radiactiva; conteos para un tiempo igual a cero. Realizar 5 mediciones y luego sacar un promedio.
7. Una vez realizadas las mediciones sin ninguna placa, se toman 4 placas (una de cada material disponible); poner una placa en la ranura que está arriba de la muestra de estroncio y realizar de nuevo 5 mediciones
8. Colocar de nuevo otra placa arriba de la placa indicada en el inciso 7, realizar 5 mediciones.
9. Poner la tercera placa encima de las anteriores, realizar 5 mediciones. Poner la última placa en la siguiente ranura y realizar otra vez 5 mediciones.
10. Recuerde realizar 5 mediciones para cada placa y sacar el promedio de cada una de las mediciones. Anotar los datos en el cuadro 1.
11. Esperar 1 minuto aproximadamente cada vez que agregue una placa para realizar mediciones.
12. Una vez tomados los datos, se apaga y guarda debidamente el equipo.

N°	Placa	Conteos (núcleos/segundo)					Promedios
1	Ambiente (N_A)						
2	Sin placa (N_0)						
3	Placa #1 (N)						
4	Placa #2 (N)						
5	Placa #3 (N)						
6	Placa #4 (N)						

Tabla 1: Cantidad de conteos por segundo

4. TRATAMIENTO DE DATOS EXPERIMENTALES

- En la muestra utilizada está registrada la vida media (en años) del isótopo usado, calcular la constante de decaimiento λ . (años) Usando la ecuación para T_a obtenemos:

$$\lambda = \frac{1}{T_a} \quad (5)$$

- De la ecuación (2) se realiza un despeje para t usando leyes de logaritmos.

$$t = t_0 - \frac{1}{\lambda} \ln(N/N_0) \quad (6)$$

- Ver la fecha de fabricación de la pastilla de Sr-90 y calcule el valor de t_0 (años) para el día de la práctica de laboratorio.

- Realice el cálculo de los conteos promedios (N) para cada caso y anotarlos en la tabla 2.

CUIDADO: Recuerde que el contador Geiger también mide la radiación de fondo en cada medición, por lo que para obtener el valor promedio real deberá restar este valor de lo contrario sus datos estarán sesgados.

Fuente	Conteos promedio	Tiempo (años)
Sr-90		
Sr-90 c/ 1 placa		
Sr-90 c/ 2 placas		
Sr-90 c/ 3 placas		
Sr-90 c/ 4 placas		

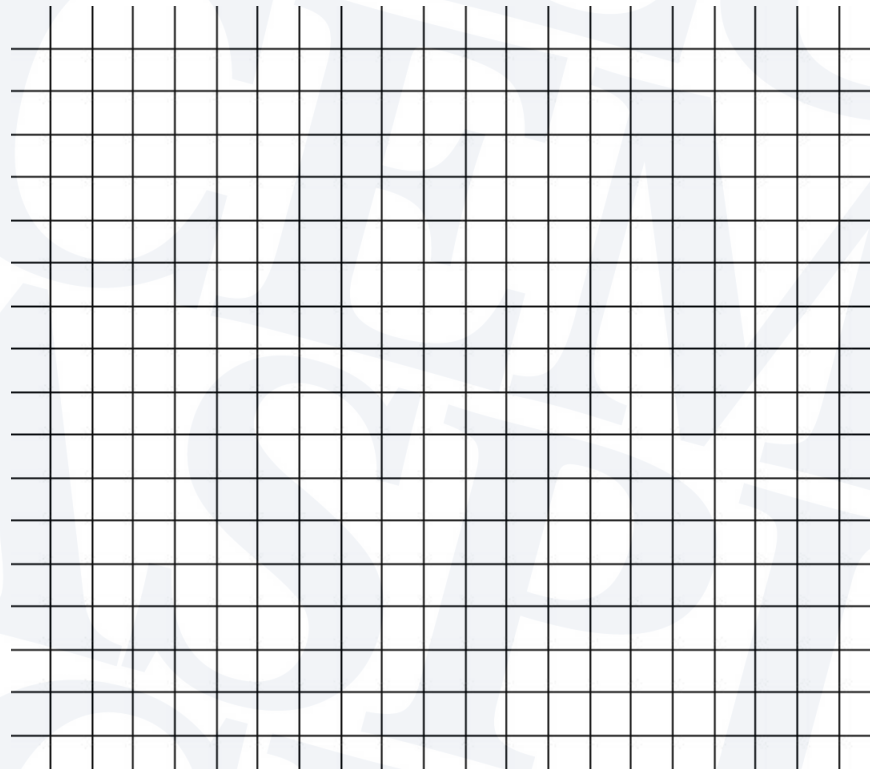
Tabla 2: Conteos medios para el Sr-90 junto al tiempo

5. Use la ecuación (6), los conteos promedio de la tabla 2, λ y t_0 para calcular los tiempos transcurridos t (años) y anotarlos en la tabla 2.

Recuerde que, los núcleos radiactivos aún sin decaer (N_0) es igual al conteo promedio de Sr-90 sin placa



6. Con los datos obtenidos de la tabla 2 realice un gráfico del número de conteos promedio vs. tiempo. Agregue un título adecuado, nombre de los ejes y leyendas.



5. CUESTIONARIO

1. ¿Qué forma tiene la gráfica de conteos vs tiempo transcurrido? Explique.
2. Mencione algunas aplicaciones que tiene la vida media en la medicina

3. ¿Qué relación matemática hay entre el tiempo de vida (T_a) y la vida media ($T_{1/2}$)?
4. ¿Qué función desempeñan las placas ubicadas arriba de la muestra de Sr-90 al momento de usar el medidor Geiger?. ¿De qué material deben ser las placas para obtener óptimos resultados?

6. CONCLUSIONES

Redacte 2 conclusiones en base a sus resultados

-
-

7. REFERENCIAS

- Sears & Zemansky. *Física Universitaria*, Décimo Tercera Edición, Pearson, 2013. Capítulo 43: Física Nuclear, Sección 4: Actividad y vida media
- Serway & Jewet. *Física para Ciencias e Ingeniería.*, Cengage Learning, 2009. Capítulo 44: Estructura Nuclear, Sección 4: Radiactividad