

LABORATORIO REMOTO DE RADIOACTIVIDAD

Rev: 1.0 (Mayo/2017)

Autores: Unai Hernández (unai@labsland.com)

Javier García Zubía (zubia@labsland.com)

Contenido

1	Conceptualización.....	3
2	Objetivos y nivel de complejidad.....	3
3	El Laboratorio	4
4	Hipótesis que se pueden plantear durante el experimento	5
5	Experimentos para validar las respuestas a las hipótesis planteadas	6
5.1	Experimento 1. Mantener todas las variables constantes y modificar únicamente la distancia	6
5.2	Experimento 2. Mantener todas las variables constantes y modificar únicamente el tiempo.....	8
5.3	Experimento 3: Mantener todas las variables constantes y cambiar sólo el material absorbente	9
6	Conclusiones	11
7	Bonus track: Experimento adicional.....	12

1 Conceptualización

La radioactividad es un fenómeno físico que se produce en el núcleo de algunos elementos químicos (elementos radioactivos), mediante el cual emiten radiaciones capaces de ionizar gases, producir fluorescencia, atravesar cuerpos opacos a la luz ordinaria o sobreimpresionar placas radiográficas. Debido a esa capacidad, se les suele denominar radiaciones ionizantes.

Las radiaciones emitidas pueden ser electromagnéticas, en forma de rayos X o rayos alfa, beta, gamma, o bien corpusculares, como pueden ser núcleos de helio, electrones o positrones, protones u otras. En resumen, es un fenómeno que ocurre en los núcleos de ciertos elementos inestables, que son capaces de transformarse en núcleos atómicos de otros elementos más estables.

Los efectos de la exposición a la radiación dependen de diferentes factores, los cuales los vamos a examinar de cerca mediante el laboratorio que aquí presentamos, centrándonos especialmente en entender cómo el tiempo, la distancia y ciertos materiales (denominados absorbentes) afectan la medición de la radiación:

- Tiempo: representa el tiempo de exposición a la radiación.
- Distancia: representa la distancia a la que se encuentra la fuente de radiación.
- Absorbentes: materiales que se comportan como barreras a la radiación.

2 Objetivos y nivel de complejidad

Como verás en el siguiente apartado, mediante el laboratorio remoto de radioactividad podrás realizar diferentes experimentos fijando unas variables y modificando otras, observando como unas implican a las otras.

Los objetivos de los experimentos que te proponemos en estas sesiones prácticas son:

1. Comprender como afecta el tiempo de exposición a la radiación captada por el contador de partículas.
2. Comprender como la distancia de exposición a la radiación captada por el contador de partículas.
3. Analizar el comportamiento y las propiedades de diferentes materiales radioactivos.

Si bien el manejo del laboratorio es sencillo, el nivel de complejidad de estas sesiones de laboratorio es medio, pudiendo alcanzar un nivel alto en base al

número de variables que se quieran analizar durante el experimento y principalmente durante el proceso de obtención de conclusiones a partir de los estudios de los resultados obtenidos.

3 El Laboratorio

Mediante el Laboratorio Remoto de Radioactividad de la Universidad de Queensland seremos capaces de medir la intensidad de radiación emitida por una fuente radioactiva, pudiendo seleccionar entre las siguientes:

- Estroncio – 90
- Americio – 241
- Cobalto – 60

En este laboratorio remoto es posible controlar los siguientes parámetros:

1. Seleccionar la fuente radioactiva entre las enumeradas anteriormente
2. Controlar el tiempo que el contador Geiger está expuesto a la radiación
3. Controlar la distancia a la que el contador Geiger se encuentra de la fuente de radiación.
4. Colocar un material absorbente entre el contador Geiger y la fuente de radiación, como por ejemplo aluminio y plomo.
Cambiar el material de la muestra que emite la radiación frente al contador Geiger.

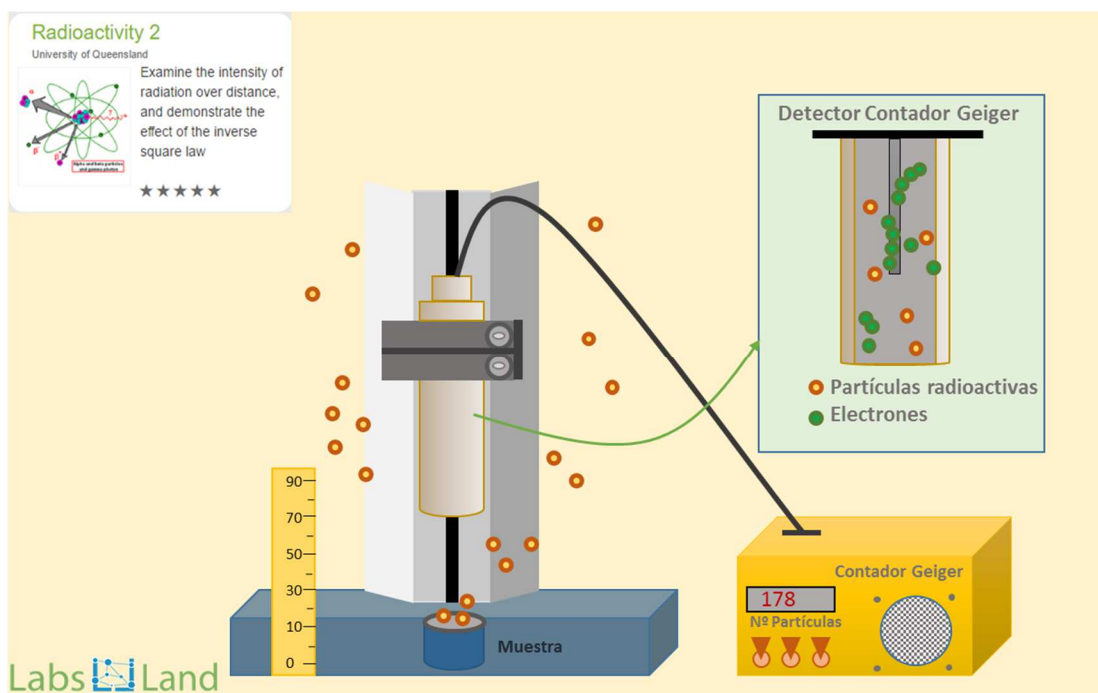


Figura 1. Laboratorio Remoto Radioactividad Universidad Queensland

Gracias a las medidas obtenidas podremos determinar cómo el tiempo, la distancia y el absorbente afectan a las mediciones de la radiación. En cada experimento, el laboratorio devolverá el número de partículas recogidas por el contador Geiger en un intervalo de tiempo específico definido por el usuario. La medición de la radiación ionizante se expresa como una tasa de partículas por unidad de tiempo registrada por el contador Geiger, a modo de Cuentas Por Minuto (CPM) y Cuentas Por Segundo (CPS).

4 Hipótesis que se pueden plantear durante el experimento

Como puedes prever, cada una de estas variables afectará a la radioactividad medida de alguna manera, devolviendo el experimento el número de partículas detectadas en cada momento.

Algunas de las preguntas básicas que pueden tratar de responderse empleando este laboratorio remoto son:

1. Si cambiamos el tiempo de exposición, ¿qué ocurre con el número de partículas radiactivas medidas?
2. Si aumentamos la distancia desde la fuente de estroncio-90, ¿qué sucede con el número medido de partículas?
3. Si colocamos un absorbente entre el contador de Geiger y la fuente de estroncio-90, ¿qué ocurre con la medición de radioactividad?
4. Si cambiamos el material radioactivo frente al contador Geiger, ¿qué ocurre con la medida de radiación?

Las preguntas anteriores (y el propio interface del laboratorio) muestran a las claras qué variables son independientes (material de la muestra, distancia, tiempo y absorbente) y qué variable es dependiente del experimento (conteo de muestras, CPS/CPM). Estas variables deben formar parte de las hipótesis.

Antes de comenzar con el experimento se debe plantear un conjunto de hipótesis (por ejemplo, las que se enuncian a continuación) que permitan analizar los resultados y obtener conclusiones:

- Hipótesis 1: si aumento la distancia entre la muestra y el detector, entonces el conteo de partículas aumenta (o disminuye)
- Hipótesis 2: si aumentamos el tiempo de exposición, entonces el conteo de partículas aumenta (o disminuye)

Recuerda que cuando se escribe una hipótesis no es relevante si parece cierta o no, es relevante solo si se puede convertir en un experimento. Es decir, si en la

Hipótesis 1 hay duda entre aumenta o disminuye, se enuncia una de ellas y se comprueba para aceptar la hipótesis o refutarla.

5 Experimentos para validar las respuestas a las hipótesis planteadas

Para comprobar las hipótesis enunciadas anteriormente, hay que idear experimentos donde todas las variables independientes menos una se mantienen constantes, y esa una toma distintos valores, anotándose los resultados para cada uno de los valores.

5.1 Experimento 1. Mantener todas las variables constantes y modificar únicamente la distancia

En este experimento tiene como objetivo comprobar cómo la distancia a la que nos encontremos de una fuente de radiactividad afecta la intensidad de la radiación. Mediremos la radiación emitida por la fuente radiactiva para 4 distancias diferentes (15mm, 20mm, 25mm y 35mm). Para cada distancia realizaremos 3 ensayos, siguiendo los siguientes pasos.

1. Accederemos al portal de Labsland con nuestro nombre de usuario y contraseña
2. Acceder al Laboratorio remoto de Radioactividad 2 y siga los pasos indicados



Figura 2. Acceso al Laboratorio Remoto de Radioactividad de la Universidad de Queensland desde el portal LabsLand

3. Configuraremos el experimento con los parámetros, indicando previamente que vamos a hacer una medida de "Radioactividad frente a distancia". Definimos las distancias para las que queremos medir la radiación (15mm, 20mm, 25mm, 35mm y 60mm). Todas las demás configuraciones permanecen predeterminadas (Fuente: Strontium-90,

Absorber: None, Duración: 5s, Trials: 3). En el menú a la derecha del todo, podemos seleccionar el idioma de la página web.

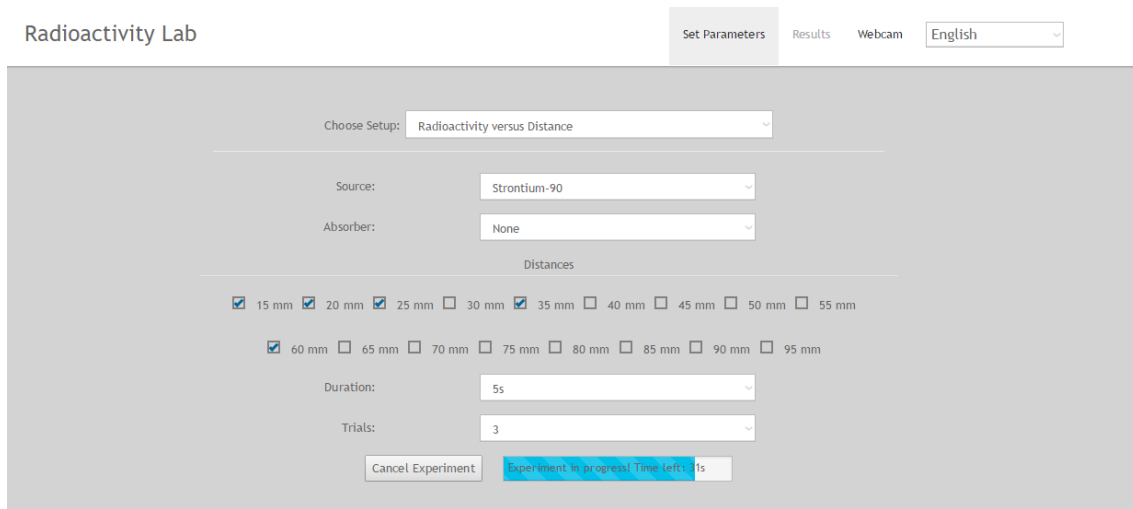


Figura 3. Interfaz de configuración de los parámetros del laboratorio

- Haz clic en el botón "Start Experiment" (Inicio del experimento). Podremos ver en tiempo real cómo se ejecuta el experimento haciendo clic en el botón "Webcam" en el menú superior. Aparecerá también una barra de progreso y una vez finalizado el experimento, el cliente cambia a la pestaña "Resultados", donde los resultados se muestran en un gráfico. Puedes descargar este gráfico en diferentes formatos. También puedes hacer un Excel con los datos mostrados para realizar un análisis detallado posterior por tu cuenta. O mejor aún, puedes tabular esos datos en documento compartido en Google Drive con tus compañeros de clase y comparar los resultados y tratar de resolver hipótesis como las enunciadas anteriormente.

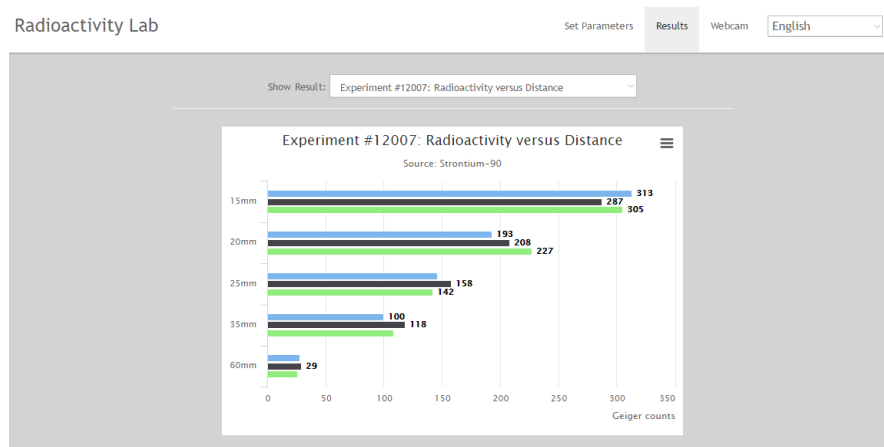


Figura 4. Pantalla con los resultados del experimento

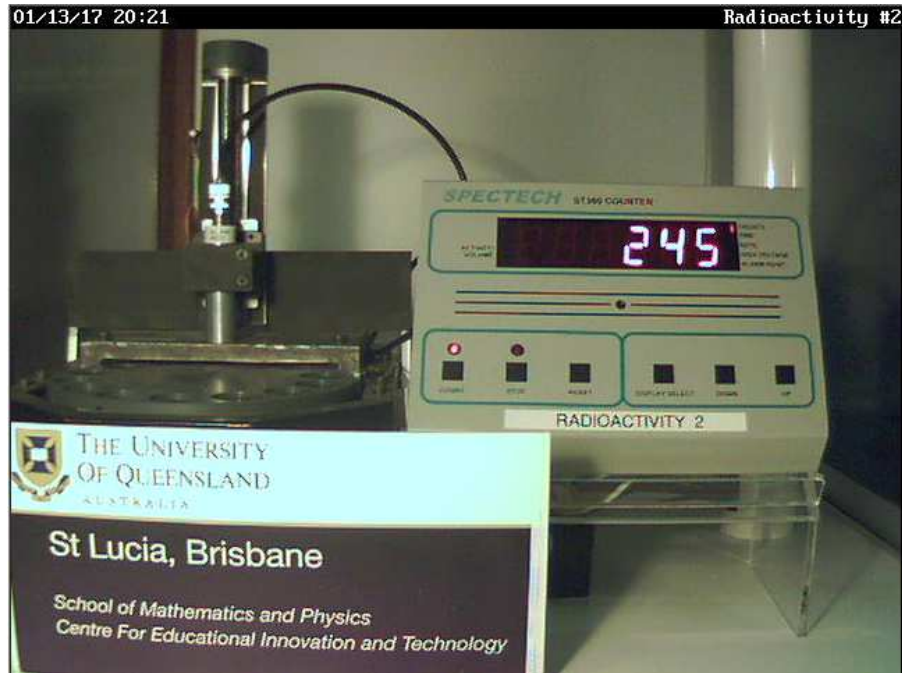
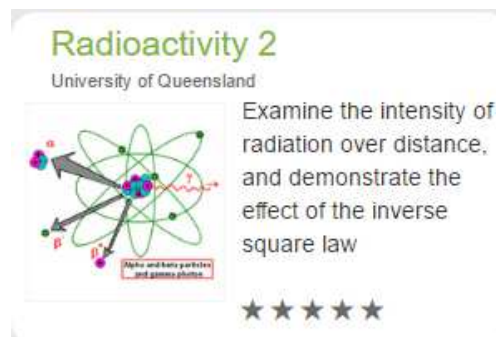


Figura 5. Imagen de la Webcam del laboratorio remoto ejecutando el experimento en tiempo real

5.2 Experimento 2. Mantener todas las variables constantes y modificar únicamente el tiempo

En el Experimento 2 cambiaremos el tiempo que el contador Geiger está expuesto a la fuente de radiactividad. Mantendremos la distancia constante a 20 mm y mediremos la radiactividad durante 5, 10 y 15 segundos de tiempo de exposición. Realizaremos nuevamente 3 ensayos para cada tiempo de exposición, siguiendo los pasos:

1. Accederemos al portal de Labsland con nuestro nombre de usuario y contraseña
2. Acceder al Laboratorio remoto de Radioactividad 2 y siga los pasos indicados



3. Configuraremos en primer lugar el experimento indicando que vamos a hacer una medida "Radioactividad en el tiempo". Establecemos la duración del experimento en 3 segundos. Todos los demás ajustes permanecen

predeterminados (Fuente: Strontium-90, Absorber: None, Distancia: 20mm, Ensayos: 3).



Laboratorio de radiactividad

Ajuste parámetros Resultados Webcam Español

Elija la configuración: Radiactividad en el tiempo

Fuente: Estroncio-90

Absorvedor: Ninguno

Distancia: 20 mm

Duración: 3s

Ensayos: 3

Start Experiment

Figura 6. Configuración del experimento "Radioactividad en el tiempo"

- Haz clic en el botón "Start Experiment" (Inicio del experimento). Podremos ver en tiempo real cómo se ejecuta el experimento haciendo clic en el botón "Webcam" en el menú superior. Aparecerá también una barra de progreso y una vez finalizado el experimento, el cliente cambia a la pestaña "Resultados", donde los resultados se muestran en un gráfico.

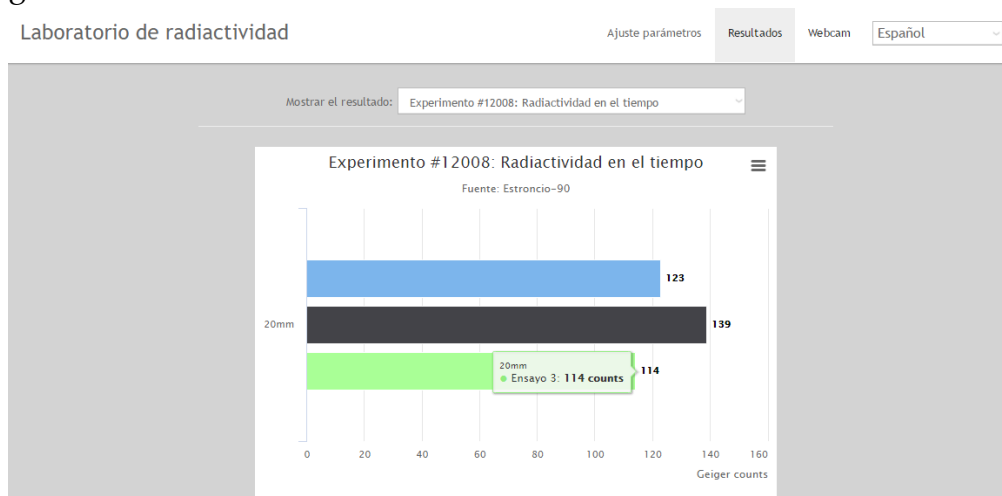


Figura 7. Resultados del experimento "Radioactividad en el tiempo"

- Vuelve a la pestaña "Set Parameters" (Ajuste parámetros) y repita los pasos 3 y 4, pero con una duración de 6s y 9s. Una vez finalizados los tres ensayos puedes comparar los resultados de los mismos.

5.3 Experimento 3: Mantener todas las variables constantes y cambiar sólo el material absorbente

En este experimento vamos a mantener la distancia y el tiempo constante y cambiar los materiales absorbentes situados entre la fuente de radiactividad y el

contador Geiger. Durante el experimento mediremos la radiación para cinco absorbentes diferentes, los cuales son:

- Ningún absorbente
- Papel
- Hoja de aluminio
- Hoja de plomo
- Disco de aluminio
- Disco de plomo

Para llevar a cabo el experimento, seguiremos los siguientes pasos:

1. Accederemos al portal de Labsland con nuestro nombre de usuario y contraseña
2. Acceder al Laboratorio remoto de Radioactividad 2 y siga los pasos indicados



1. Seleccionamos la configuración "Radioactividad versus Absorbedor".
2. Seleccionamos los absorbentes indicados previamente. Todos los demás ajustes permanecen predeterminados (Fuente: Strontium-90, Distancia: 20mm, Duración: 5s, Ensayos: 3).

Laboratorio de radiactividad Ajuste parámetros Resultados Webcam Español

Elija la configuración: Radiactividad versus absorbedor

Fuente: Estroncio-90

Absorbedores

Ninguno Papel Hoja de aluminio Hoja de plomo Lámina de Alum. x1 Lámina de Alum. x2

Lámina de Alum. x4 Lámina de Alum. x8 Lámina de Alum. x16 Lámina de Alum. x32

Lámina de Alum. x64 Lámina de Alum. x??? Disco de aluminio Disco de plomo

Distancia: 20 mm

Duración: 5s

Ensayos: 3

Iniciar el experimento

Figura 8. Configuración del experimento "Radioactividad versus Absorbedor"

- Haz clic en el botón "Start Experiment" (Inicio del experimento). Podremos ver en tiempo real cómo se ejecuta el experimento haciendo clic en el botón "Webcam" en el menú superior. Aparecerá también una barra de progreso y una vez finalizado el experimento, el cliente cambia a la pestaña "Resultados", donde los resultados se muestran en un gráfico.

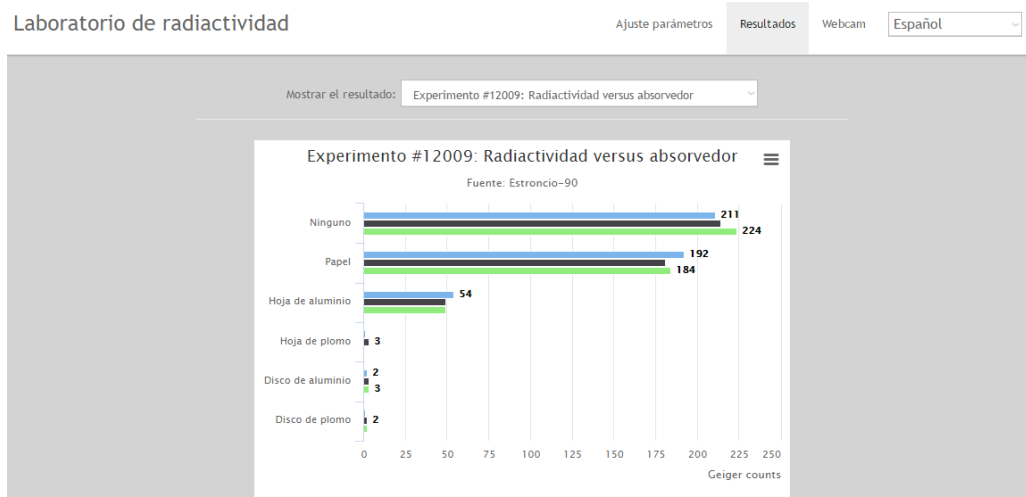


Figura 9. Resultados del experimento "Radioactividad versus Absorbedor"

6 Conclusiones

Los experimentos descritos permiten llevar a cabo medidas de radioactividad empleando diferentes materiales (aunque hayamos utilizado en los ejemplos sólo el estroncio-90 puedes elegir cualquier otro) y observando cómo afecta la distancia, el tiempo y diferentes absorbentes colocados entre la fuente y el contador Geiger.

Si volvemos a las preguntas que planteamos antes de ejecutar los experimentos, echa un vistazo a los datos recogidos en cada uno de ellos y tratar de responder de nuevo:

- Coge una a una las hipótesis del principio y di para cada una de ellas si es cierta, falsa o irrelevante. El último caso significa que la hipótesis planteada no ha podido ser evaluada, es decir, no tiene sentido, se ha fallado al escribirla. Por ejemplo, si el material es cobalto, entonces la distancia aumenta.
- A la vista del resultado de los experimentos frente a las hipótesis, establece conclusiones como "La distancia afecta a la radiación recibida de modo que ...".

3. ¿Qué papel desempeña el tiempo de exposición a una fuente radioactiva? ¿Por qué lo crees?
4. ¿Qué sucede con la intensidad de la radiación (número de partículas medidas) si variamos la distancia entre la fuente y el contador Geiger?
5. ¿Cómo afectan los absorbentes a la intensidad de la radiación?
6. Compara tus resultados numéricos con los de tus compañeros ¿son similares? ¿Son iguales?
7. ¿Por qué no son iguales los resultados en los diferentes intentos y para los diferentes compañeros? ¿Por qué crees que es así? ¿Se te ocurre cómo medir ese error? ¿Crees que ese error invalida el experimento o crees que no es tanto y que por tanto las conclusiones son válidas?
8. De hecho, a las cuatro variables independientes (material, distancia, tiempo y absorbente) se le puede añadir una cuarta muy distinta: número de muestras. La pregunta/hipótesis podría ser: ¿si se aumentan o disminuyen el número de ensayos ¿cambian las conclusiones?
9. El laboratorio remoto no da el resultado en CPS o CPM, sino que ofrece el conteo para cada ensayo realizado ¿se puede obtener el valor de CPS y CPM con lo ofrecido por los ensayos? ¿qué valor es más apropiado, CPS o CPM? ¿Por qué el equipo de Queensland no ofrece este resultado?
10. Si aumentas el tiempo de exposición ¿es lineal el aumento del conteo? O sea, si el tiempo es el doble ¿es doble el resultado del conteo? ¿es una relación no lineal? ¿hay saturación en el resultado? ¿puedes afirmar esa conclusión para cualquier tiempo? Haz lo mismo para la distancia.
11. Investiga para tratar de definir qué tipo de radiación emite cada uno de los materiales disponibles (Estroncio – 90, Americio – 241 y Cobalto – 60).
12. ¿Qué se pone un radiólogo para protegerse de la radiación?
13. Por último ¿cómo se podría mejorar el experimento o la experiencia de usuario?

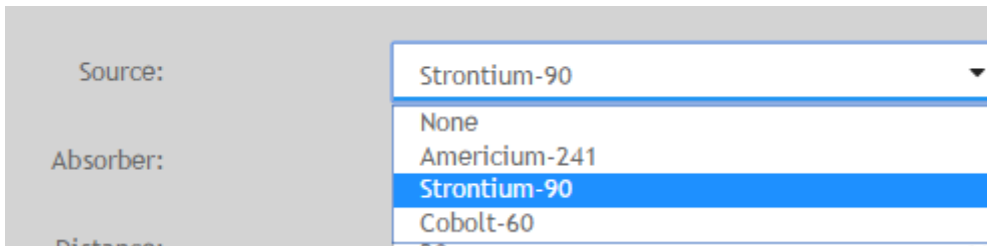
7 Bonus track: Experimento adicional

Todos los materiales emiten partículas que pueden ser α , β o γ (alfa, beta o gamma), a este fenómeno se le llama radiación. Cada material por su estructura química emite más o menos partículas de cada tipo. Además cada tipo de radiación es distinta, así la gamma es dañina, de modo que estar expuesta a ella incrementa la posibilidad de tener cáncer. La radiación alfa, sin embargo es inocua y no supone ningún riesgo para las personas.

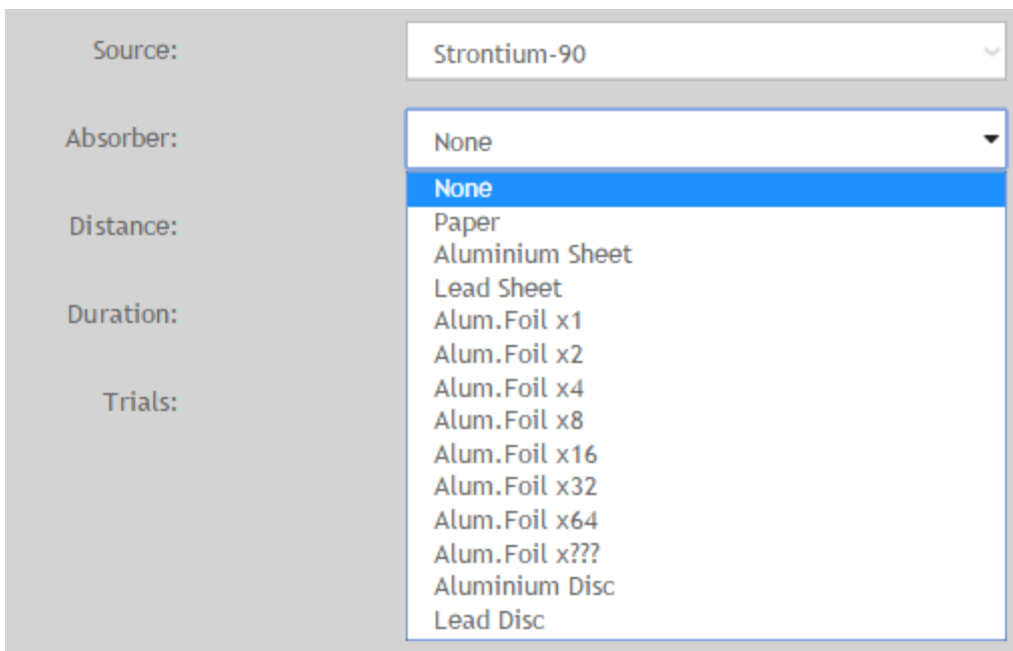
Las partículas alfa son las más grandes (átomos de Helio) y las partículas gamma son las más pequeñas (son fotones), mientras que las beta son electrones. Además las partículas gamma tienen asociada una mayor energía que el resto. Así pues, las partículas gamma “se cuelan” con facilidad e impactan con mucha energía, al punto de afectar a la estructura celular en su ADN lo que puede derivar en tumores y cáncer.

Papel, aluminio y plomo son materiales de muy distinta densidad, y por tanto pueden dejar pasar o frenar a partículas de distinto tamaño. Si la distancia entre átomos en el papel es menor que el tamaño de una partícula alfa, entonces estadísticamente de un conjunto de partículas, no todas ellas llegarán “al otro lado” del papel. Sabemos que la densidad del plomo es alta y por tanto la distancia entre átomos ha de ser pequeña y por tanto las partículas alfa serán frenadas todavía con mayor facilidad.

A la vista de lo anterior el objetivo es identificar qué material de los tres utilizados en este laboratorio es peligroso para las personas. Los materiales son:



Además, el laboratorio remoto cuenta con distintos absorvedores:



El experimento de inicio debe ser: poner un material (Cobalto 60), fijar una distancia y un tiempo, elegir un tipo de absorvedor (por ejemplo papel), lanzar el experimento y anotar el contaje. Luego se repite lo anterior para aluminio y plomo, anotando los resultados.

Seguidamente se repite lo anterior para Estroncio 90 o Americio 241, anotando de nuevo los resultados.

Finalmente se juntan los resultados y se busca la respuesta a la pregunta.

Una recomendación es que cada grupo de alumnos se centre en un material y que luego los grupos se junten para compartir los datos y hacer el análisis. Además la primera parte se puede hacer en google docs.