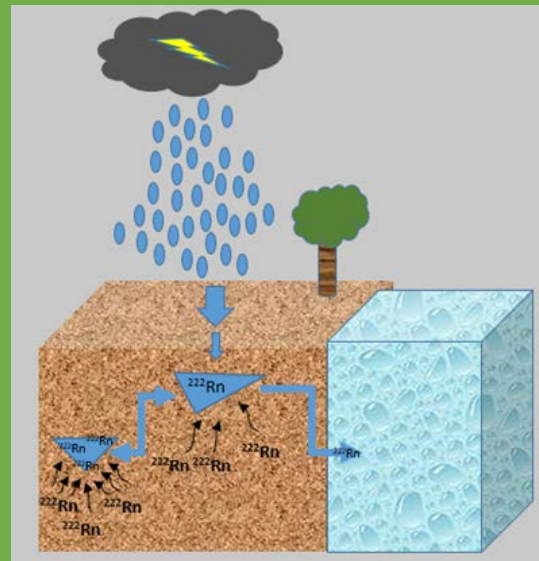


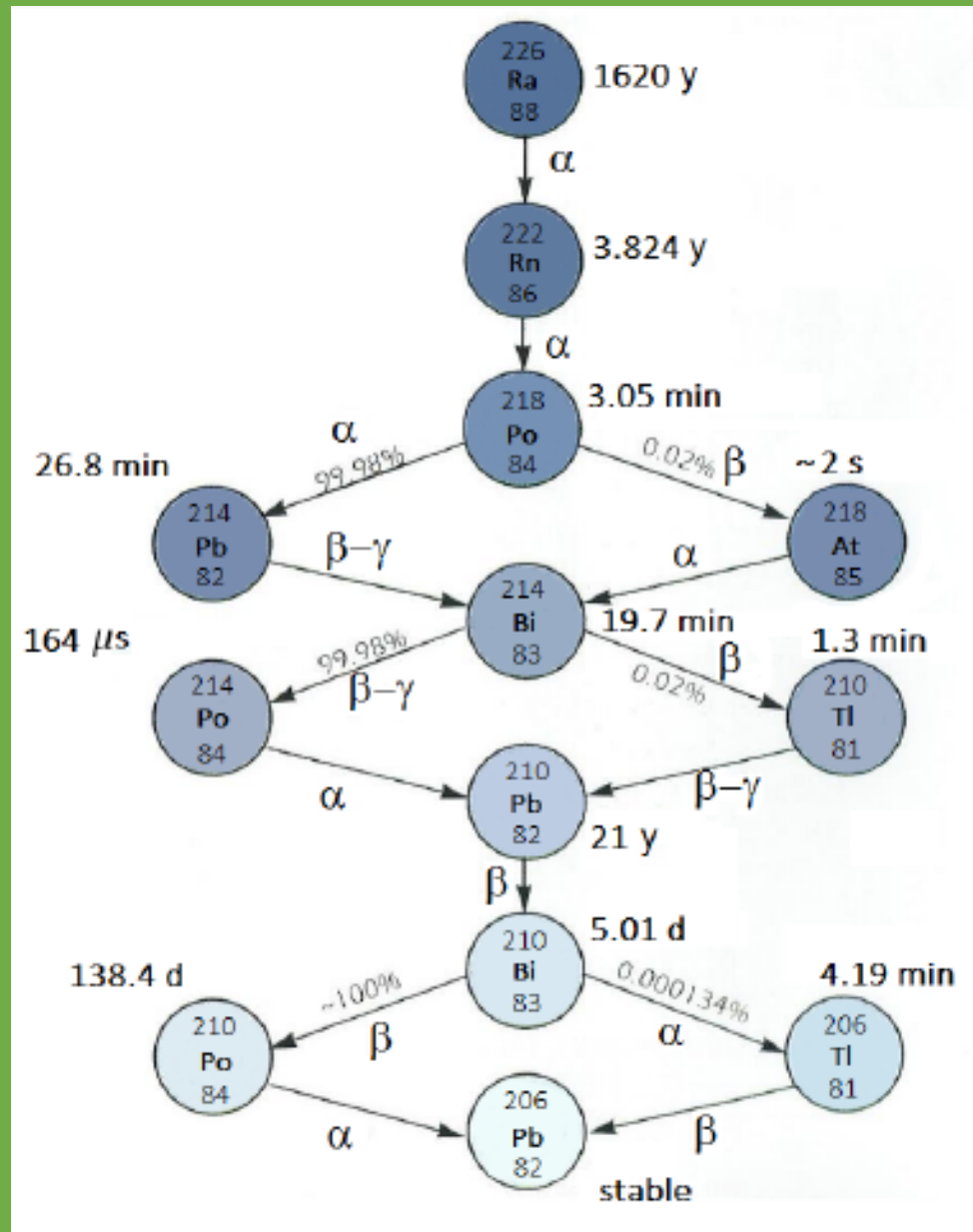
**JORNADA SOBRE RADIOACTIVIDAD NATURAL Y TÉCNICAS DE MEDIDA
VALLADOLID 14 DE MARZO DE 2019**

Medidas de ^{222}Rn en agua



Santiago Celaya González
Ismael Fuente Merino

Serie natural del Uranio-238



^{222}Rn

^{222}Rn

^{222}Rn

^{222}Rn

^{222}Rn

2. Principales técnicas de medida de ^{222}Rn en agua

^{222}Rn

- 2.1 Espectrometría gamma
- 2.2 Centelleo líquido(LSC)

^{222}Rn

^{222}Rn

^{222}Rn

^{222}Rn

^{222}Rn

^{222}Rn

Espectrometría Gamma



El equipo detecta emisiones gamma de suelos, lodo, cenizas...cualquier muestra cuyas emisiones gamma se encuentren entre 30 and 3000 keV.



Detector de Germanio

Preparación de la muestra



La muestra de agua es colocada en un bote cilíndrico de plástico (diámetro 8 cm, y altura 6.5 cm, volumen aproximado 270 ml). El bote se llena completamente con el objetivo de evitar espacios de aire que puedan provocar desorción del radón.



Bote empleado para medida de radon en agua con Espectrometría gamma

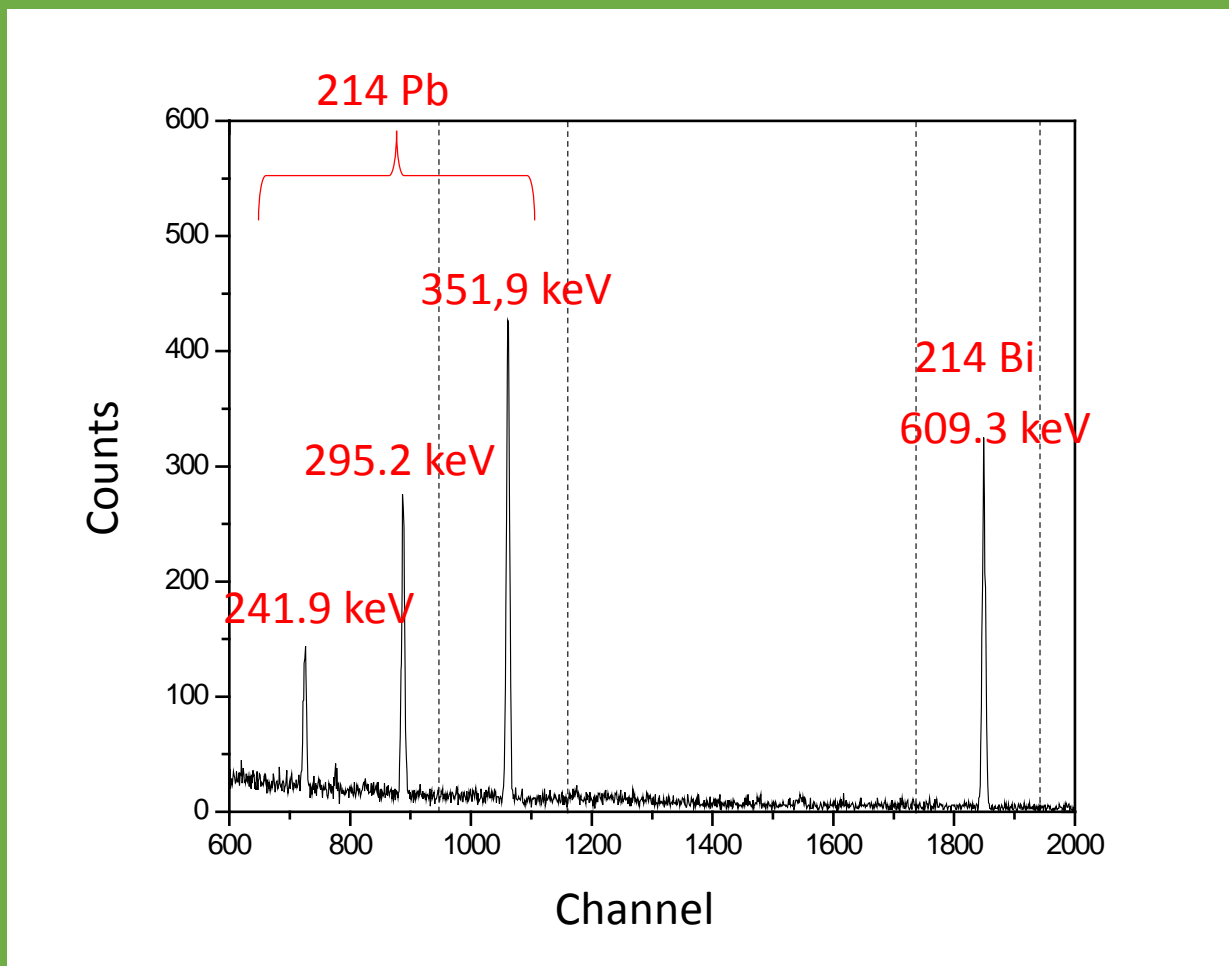


La ecuación que se emplea para calcular la actividad del radón en la muestra de agua **3 horas después** de cerrar el bote:

$$A = \frac{N - f \cdot t}{m \cdot t \cdot PE \cdot E_f}$$

- **A**: Actividad ($\text{Bq} \cdot \text{l}^{-1}$)
- **N**: Cuentas totales
- **f**: fondo, cuentas obtenidas con una muestra de agua destilada (cps)
- **t**: tiempo de medida(s)
- **m**: masa de la muestra(kg)
- **PE**: intensidad de emisión (%)
- **E_f**: eficiencia

La actividad de ^{222}Rn se determina con las cuentas del espectro que corresponden al ^{214}Pb (351.93 keV). Las **3 horas de espera** es el tiempo necesario para que se alcance el equilibrio secular entre el radon y sus descendientes (^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi y ^{214}Po).



Espectro gamma de agua con ^{222}Rn

2.2 Centelleo Líquido, LSC (Liquid Scintillation Counting)

- ➔ El equipo que usamos en este curso es un pequeño Triathler (330 x 250 x 190 mm) con separador alfa/beta integrado. Las partículas alfa tienen un pulso con una duración más larga (100 ns) que las beta (30 ns) al tratarse de partículas más energéticas (MeV frente a keV).
- ➔ Esta técnica permite detectar las emisiones alfa de ^{226}Ra , ^{222}Rn y descendientes por medio de un tubo fotomultiplicador.



Triathler 425-034 (Equipo LSC)

Preparación de la muestra

➔ La muestra de agua se introduce en un vial de cristal (teflón, plástico) de 20 ml donde previamente se han añadido 14 ml de líquido centelleador. Con la ayuda de una pipeta se transfieren 6 ml de la muestra de agua al vial de cristal. Es muy importante introducir la muestra por debajo del líquido de centelleo (evitar fugas de radón) y a continuación agitar intensamente el vial durante al menos 30s para lograr su homogeneización.



Vial de cristal con muestra de agua LSC (1 FASE)



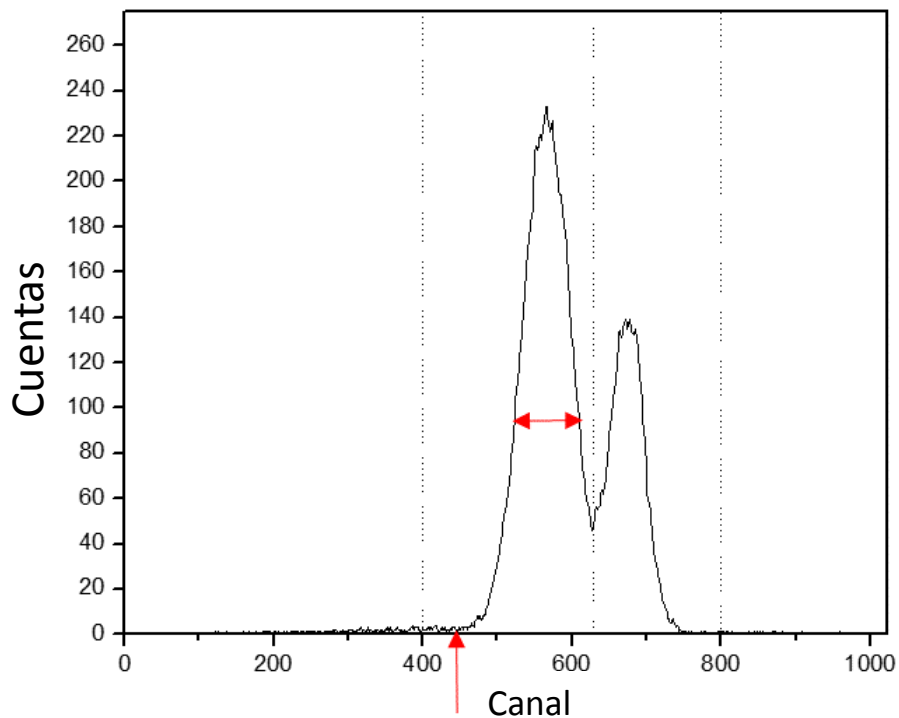
Vial de cristal con muestra de agua LSC (2 FASES)



La ecuación usada para calcular la actividad debida al radón en el agua 3 h después de preparar el vial con la muestra y el líquido de centelleo es:

$$A = \frac{G - B}{E_f \cdot 60 \cdot V}$$

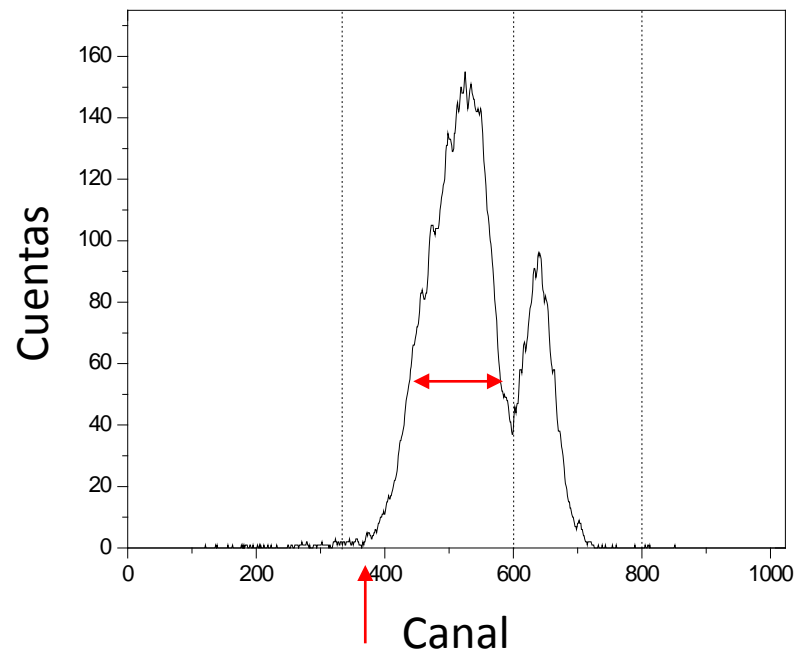
- **A:** Actividad ($\text{Bq} \cdot \text{l}^{-1}$)
- **G:** cuentas por minuto (pantalla del equipo) (cpm).
- **B:** cuentas de fondo obtenidas con muestra de agua destilada (2 cpm).
- **60:** factor to transformar cpm en cps.
- **V:** volumen de muestra, 6 ml en nuestro caso (0,006 l).
- **E_f:** eficiencia del equipo (cps/Bq)



Espectro α de una muestra de agua con ^{222}Rn , ^{218}Po y ^{214}Po . En este caso, la eficiencia usada es 2.62 (3 radioisótopos \cdot 0.872 per radioisótopo).



Espectro α de una muestra de agua con ^{226}Ra , ^{222}Rn , ^{218}Po y ^{214}Po . En este caso, la eficiencia usada es 3.49 (4 radioisótopos \cdot 0.872 por radioisótopo). El primer pico es más ancho que en el espectro de arriba.



El LSC es la mejor opción para medir ^{222}Rn en agua :

- a) Necesita muy poca muestra (6-10 ml).
- b) Tiempos de medida muy cortos (600 s).
- c) La medida puede ser realizada en el mismo lugar de recogida.

Actualmente, la Técnica de centelleo líquido (LSC), es la más ampliamente usada por los laboratorios españoles especializados en la medida de ^{222}Rn en agua (75% de los laboratorios usaron esta técnica en la última intercomparación organizada por nosotros hace 2 años , 17 participantes.

A continuación:

Preparación y medida de muestras de agua con Radón empleando centelleo líquido por parte del alumnado.



**Muchas gracias
Por su atención**

