

Práctica 4: Tabla de Radionucleidos, ley de decaimiento radioactivo.

Resumen: Para utilizar la radioactividad como método de diagnóstico o tratamiento debemos conocer, además de los tipos de partículas o energías emitidos, como son los procesos de decaimiento y que leyes siguen los procesos de desintegración. Asimismo. Es clave conocer donde extraer la información requerida para hacer uso de las leyes de decaimiento. Estos son los temas que abordaremos en esta práctica.

1. a) Utilizando la Tabla de Radionucleidos, arme la cadena natural de desintegración radioactiva del ^{235}U , indicando el período de semidesintegración de cada elemento de la cadena. b) ¿Por cuántos elementos está compuesto? c) ¿Cuál es el radionucleido que pone final a la cadena?
2. Determine el/los tipo de decaimiento que experimenta el ^{212}Bi , radionucleido perteneciente a la cadena radioactiva del ^{232}Th . ¿En cuál/es elementos se transforma?
3. a) Por definición, Un gramo de Ra tiene una actividad de 1 Ci ¿Cuál es su vida media? ¿y su semi vida? ¿Cuál es la actividad de 1.5 gr de ^{226}Ra ? c) ¿Cuánto pesa un Ci de ^{22}Na ?
4. Si 1 gramo de ^{137}Cs tiene una actividad de 86.49 Ci, ¿Cuál es su vida media?
5. Utilizando la Tabla de Radionucleidos determine el período de semidesintegración radioactiva del ^{60}Co . ¿Cuál será la actividad de una fuente de ^{60}Co de 5000 Ci de actividad luego de 4 años? Determine también la actividad para 5.27 años y 10.54 años. ¿El valor de actividad obtenido para 4 años, es razonable?
6. El tritio ($\lambda = 0.05545 \text{ a}^{-1}$) experimenta decaimiento β . A) Calcule la vida media y la semi vida, b) Sin utilizar la calculadora determine qué fracción de una muestra de tritio puro permanecerá sin desintegrarse después de 25 años. c) ¿y luego 37.5 años?
7. El ^{228}Ac , radionucleido perteneciente a la cadena natural del ^{232}Th , tiene una semi vida de 6.13 hs. a) determine la constante de desintegración radioactiva λ . b) Utilizando la tabla de nucleidos determine el tipo de decaimiento que experimenta. c) ¿Cuánto tardará en desintegrarse el 95 % de una muestra de este radionucleido?
8. El ^{238}U es un radionucleido natural que experimenta desintegración alfa, a) ¿En qué elemento se transforma cuando se produce el decaimiento? B) ¿Cuántas desintegraciones por segundo se producen en 1 g de ^{238}U ? (encuentre λ de la tabla de nucleidos).
9. Se tiene una muestra de 5 mCi de ^{131}I ($T_{1/2}=8.05 \text{ d}$) y otra de ^{32}P ($T_{1/2}= 14.3\text{d}$) de 2 mCi. ¿Es posible que, luego de transcurrido un determinado tiempo, las muestras tengan la misma actividad? Justifique y de ser posible determine ese tiempo. b) Una muestra de ^{131}I tiene una actividad de 5 mCi en el momento de ser embarcada y de 3.9 mCi al ser recibida por el laboratorio que la solicitó. ¿Cuánto tiempo tardó en llegar a destino?
10. Si el periodo de semidesintegración del ^{24}Na es 15 hs ¿cuánto tardará en desintegrarse el 50 % de una muestra de este radionucleido? ¿y el 93 %?
11. Una lámina de Ag radiactiva ($T_{1/2} = 2.4\text{min}$) se coloca cerca de un contador Geiger y se observan 1000 cuentas/s en el instante $t = 0$. a) ¿Cuál es la actividad para $t = 2.4\text{min}$ y $t = 4.8 \text{ min}$? b) Si el rendimiento del conteo es del 20%, ¿cuántos núcleos radiactivos existirán en el instante $t = 0$ y $t = 2.4 \text{ min}$?

12. La velocidad de conteo de una fuente radioactiva es inicialmente 8000 cuentas/min. 10 minutos después la velocidad de conteo es de 1000 cuentas/min. a) ¿Cuáles son la semivida y la constante de desintegración de esta fuente? b) ¿cuál será la actividad 1 minuto después?

13. La abundancia natural del ^{235}U es 0.7% y la del ^{238}U es 99.3%, ambos radionucleidos inestables con períodos 6.8×10^8 años y 4.6×10^9 años, respectivamente. En el proceso de creación de los elementos, ambos isótopos se formaron con igual abundancia (es decir, igual cantidad de número de núcleos). Estime el tiempo transcurrido desde la creación de los elementos hasta la actualidad.

14. En la Tabla I se dan los datos experimentales correspondientes a la medida de la actividad de una muestra en los intervalos indicados. ¿Cuántos radionucleidos hay, como mínimo, en esa muestra? Resolver cada uno de los componentes indicando cuáles son los períodos y las actividades iniciales de cada componente: a. Discutir los resultados.

tiempo (seg)	cuentas	tiempo (seg)	cuentas
1.75	62000	12.25	14400
2.25	52000	12.75	14200
2.75	41000	13	12888
3.25	39500	16.5	11978
3.75	34000	18.5	11141
4.25	32000	20.5	10063
4.75	26000	22.5	9797
5.25	25800	24.5	9264
5.75	25500	30	8240
6.25	23500	35	7660
7.25	21200	41	7028
7.75	20900	46	6630
8.25	19500	51	6112
9.75	17800	56	5864
10.25	16600	61	5409
10.75	16000	68.5	4928
11.25	15800	76.5	4414
11.5	15200	84.5	4047

15. Un vial que contiene $^{99\text{m}}\text{Tc}$ está rotulado como sigue: “75 kBq/ml a las 8hs.”. a) ¿Qué volumen debe ser extraído a las 16 hs del mismo día para preparar una inyección de 50 kBq para un paciente? b) ¿cuál es el Factor de Decaimiento (DF) para ese radionucleido después de 16 hs? c) si otro vial con el mismo radionucleido tiene el rótulo “50 kBq a las 15 hs”, ¿cuál es la actividad del nucleído a las 8 hs del mismo día? (Nota: ocasionalmente los radionucleidos son enviados en cantidades “precalibradas”: la calibración en actividad es calculada para un tiempo futuro. Para determinar la actividad presente es entonces necesario calcular el DF a un tiempo anterior al de la calibración).

16. Determinar DF_{eff} y el factor de corrección por decaimiento para las cuentas registradas en el “image frame” en un estudio que comenzó a los 30s y terminó a los 45 s luego del suministro de ^{15}O . Comparar con el resultado que se obtiene mediante la aproximación que corresponda. Suponer que los datos deben ser corregidos a $t = 0$, el instante de la inyección.

17. ¿Por qué para aplicaciones de radioterapia se usa una fuente de ^{60}Co y no de ^{137}Cs , a pesar de la mayor vida media de este último?

18. Un dado radionucleido tiene una constante de desintegración λ , pero tienen dos modos independientes de decaimiento, con probabilidades relativas 20% y 80%. ¿Cuál es la actividad de N núcleos de ese tipo? ¿Cuál es la actividad parcial de cada uno de los modos de desintegración? Estudiar el caso de la desintegración de $1 \mu\text{g}$ de ^{22}Na , indicar la actividad parcial a través de los procesos captura electrónica y emisión beta β^+ .

19. Los organismos vivos incorporan CO_2 , donde un 98.89% del carbono es ^{12}C y el porcentaje restante es de ^{13}C . Cuando los rayos cósmicos llegan a la atmosfera forman ^{14}C y los organismos alcanzan el equilibrio de su carbono con el atmosférico, teniendo 1.3 átomos de ^{14}C por 10^{12} átomos de ^{12}C . Al morir, los organismos dejan de incorporar ^{14}C , cuya concentración decae en el tiempo por desintegración radioactiva. ¿Cuál es la relación $^{14}\text{C} / ^{12}\text{C}$ en los organismos vivos? ¿Cuál es la actividad específica del ^{14}C presente en la materia viva? ($T_{1/2} \text{ } ^{14}\text{C} = 5730 \text{ a}$). Con los

datos anteriores, ¿Cuántos años hace que murió el árbol del que provino un trozo de carbón de 25 g que hoy presenta una actividad de 250 desintegraciones por minuto? (abundancia isotópica del ^{12}C = 98.93%, $T_{1/2} \text{ }^{14}\text{C}$ = 5730 años, concentración relativa $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ en organismos vivos = 1.3×10^{-12}).

Equilibrio secular y transiente.

20. A) analizando los períodos de desintegración, determine qué tipo de equilibrio radioactivo puede establecerse cuando una muestra de ^{234}U ($T_{1/2}=2.45 \times 10^5$ años) se va transformando en ^{230}Th ($T_{1/2}=8 \times 10^4$ años). B) Determine la relación alcanzada entre las actividades de estos radionucleidos.

21. El ^{226}Ra ($T_{1/2}=1600$ años) decae a ^{222}Rn ($T_{1/2}=3.82$ días), quien por emisión α se transforma en ^{218}Po ($\lambda=327.26 \text{ d}^{-1}$). Si se tiene una muestra de ^{226}Ra de actividad inicial de 40 Bq, a) ¿Qué tipo de equilibrio puede alcanzarse entre las actividades del radionucleido padre y sus hijos? B) Estime gráficamente el tiempo necesario para alcanzar dicho equilibrio secular.

22. Estudiar los procesos de decaimiento $^{99}\text{Mo} \rightarrow ^{99m}\text{Tc} \rightarrow ^{99}\text{Tc}$ y $^{68}\text{Ge} \rightarrow ^{68}\text{Ga} \rightarrow ^{68}\text{Zn}$. Indicar si alcanzan el equilibrio transitorio o secular. En ambos casos encontrar el instante en el cual la actividad del núcleo hijo es máxima. Graficar las actividades del padre el hijo y la total.

Bibliografía.

- Alonso y Edward Finn, Física, Vol III, Fondo Educativo Interamericano, México, 1976.
- J. Franeau, Física, Tomo segundo, Ediciones Urmo, 1966, Bilbao, España.
- R. D. Evans, The Atomic Nucleus, McGrawHill, 1955, New York, EEUU.
- Tabla de Nucleidos interactiva – National Nuclear Data Center, Brookhaven National Laboratory, <http://www.nndc.bnl.gov/chart/>
- Gopal B. Saha, Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine, Springer, 2006.

¡Pueden bajar la aplicación de celular: Navegador de Isótopos de la IAEA!