

Física Básica

Redactor técnico: Jocelyn Towson
Traducción al español: Margarita Núñez

Libro de ejercicios - Sección FB

1 Complete los espacios en la siguiente tabla de radionucleidos más comunes en medicina nuclear.

Radionucleido	Símbolo	N° de protones en el núcleo Z	N° de neutrones en el núcleo N	N° de nucleones en el núcleo A	N° de electrones en capas atómicas alrededor del núcleo
Tecnecio-99m	^{99m} Tc				
Iodo-131					
Galio-67					
Talio-201					
Molibdeno-99					
Fósforo-32					

2 ¿Qué partícula subatómica (neutrones, protones, electrones) determina el tipo de elemento que es una sustancia y por qué?

.....
.....
.....

3 Los electrones de la capa externa del átomo son los únicos que están involucrados en las reacciones químicas, inclusive en toda la bioquímica corporal. Estos electrones tienen una energía de unión de unos pocos electrón voltio (eV). ¿Qué relación hay entre la energía de una reacción química con la energía de una reacción nuclear, por ejemplo el decaimiento del ^{99m}Tc?

.....
.....

¿Piensa que sería más fácil de detectar un cambio nuclear o un cambio químico?

.....
.....

4 Enumere las tres razones por las cuales una sustancia podría ser radioactiva. Su núcleo puede ser inestable porque tiene:

i) _____

ii) _____

iii) _____

Algunos radionucleidos se dan naturalmente en cantidades ínfimas, esparcidas en el suelo desde la época de la creación de la Tierra, o producidas continuamente por rayos cósmicos en la atmósfera superior. Artificialmente es posible producir un rango mucho mayor de radionucleidos.

Los radionucleidos con exceso de neutrones usualmente se producen en un _____

Aquellos con excesos de protones se producen generalmente en un _____

5 Los principales modos de desintegración para los radionucleidos de los dos primeros grupos i) y ii) de la pregunta 4 son:

- Emisión de **rayos beta** (..... con una carga eléctrica de),
- Emisión de **positrones** (..... con una carga eléctrica de),
- Captura electrónica (el núcleo absorbe un electrón de).

6 ¿Cuál es el modo (o modos) preferido de decaimiento para los dos primeros grupos de la pregunta 4? (Los del grupo (iii) decaen emitiendo partículas alfa, pero no se usan en medicina nuclear y por tanto no serán considerados en este módulo).

i)

ii)

7 Observe los diagramas para los esquemas de decaimiento en su libro de texto: *por ejemplo Nuclear Medicine Technology and Techniques, Bernier, Christian & Langan - ilustraciones 2.9 a 2.14.*

Qué le dice acerca del núclido hijo si las flechas de transición:

Apuntan hacia la derecha ↘

.....

Apuntan hacia la izquierda ↙

.....

Apuntan hacia abajo ↓

.....

8 Cuando un núcleo se desintegra por emisión beta, la transición siempre se encuentra entre niveles de energía bien definidos, por ejemplo, el estroncio-89 posee una energía de transición de exactamente 1,46 MeV. Sin embargo, los rayos beta no se emiten todos con esta misma

energía – algunos poseen mucho menos (*por ejemplo: leer **Decay Processes** Nuclear Medicine Technology and Techniques* y ver ilustración 2.7 de un espectro típico de energías de la radiación beta).

¿Adónde va el resto de la energía de transición?

.....

¿Cómo se compara la energía pico del espectro beta (energía beta promedio) con la energía máxima?

.....

¿Cuál es la energía de los rayos beta emitidos por el estroncio-89?

.....

9 ¿Qué es un isómero?

.....

.....

Cite dos ejemplos de isómeros escritos en forma abreviada.

.....

10 Dos razones por las que el proceso de conversión interna es importante para la medicina nuclear son:

.....

.....

.....

.....

11 Cuando un electrón cae a una órbita de menor energía, se emite un, que se lleva la diferencia de energía entre las dos órbitas.

- 12 Complete la siguiente tabla explicando por qué cada radionucleido es inestable, cómo decae y cómo se produjo.

Radionucleido	Razón de inestabilidad	Modo de desintegración	Producido por
Carbono 14			
Iodo 123			
Iodo 131			
Tecnecio 99m			
Tecnecio 99			

- 13 Algunos países todavía usan las unidades antiguas: milicurios y microcurios, etc. y muchas dependencias de medicina nuclear usan instrumentos con estas viejas unidades. Un milicurie equivale a $3,7 \times 10^7$ desintegraciones por segundo. Una manera simple de convertir un sistema de unidades a otro es recordar que 1 milicurie es equivalente a 37 MBq, y 1 MBq es equivalente a $27 \mu\text{Ci}$. **Intente convertir las siguientes cantidades:**

Unidades antiguas	Unidades SI
100 mCi	
	160 MBq
	4 GBq
25 μCi	
15 mCi	
	800 MBq
	60 kBq

- 14 La constante de decaimiento se relaciona con la vida media, $T_{1/2}$ que es más fácil de usar. La vida media es el tiempo en que la actividad (o tasa de conteo) se reduce a la mitad.

Ahora complete la tabla usando la relación entre la vida media y la constante de decaimiento:

$$\lambda = 0,693/T_{1/2}$$

Radionucleido	λ (fracción de átomos que se desintegran por hora o día)	$T_{1/2}$ (horas o días)
Fluor 18	$0,693/1,83 = 0,38 / \text{h}$	1,83 h
Tecnecio 99m		
Galio 67		
Cobalto 57		

- 15 Usando papel para gráficos semilogarítmicos, marque el primer punto del gráfico en $t=0$, cuando el factor de decaimiento es igual a 1 (o 100%). Marque el segundo punto en $t= T_{1/2}$ (por ejemplo en 6 hs para el $^{99\text{m}}\text{Tc}$), y el factor de decaimiento = 0,5 (o 50%). A continuación puede trazar una línea recta entre estos dos puntos y usarla para buscar el factor de decaimiento para cualquier otro punto.

16 Para practicar, intente aplicar los métodos por su cuenta para calcular cuánta actividad de ^{99m}Tc queda luego de 4 horas, si al comenzar tenía 800 MBq. ¿Qué diferencia hay entre los resultados de sus tres métodos?

1. Calculadora.....
.....
2. Tablas.....
.....
3. Gráfico.....
.....

17 Use su propio gráfico para el ^{99m}Tc o la tabla de factores de decaimiento para completar la información siguiente, para una concentración radioactiva inicial de 12,2 GBq / 9,2 ml:

Actividad requerida	factor de decaimiento	Volumen a tiempo t
600 MBq a t = 0 h		
600 MBq a t = 1 h		
600 MBq a t = 2 hs		
600 MBq a t = 3 hs		
600 MBq a t = 4 hs		
600 MBq a t = 5 hs		
600 MBq a t = 6 hs		
600 MBq a t = 8 hs		

Tome como referencia el ejercicio para evaluar la importancia del tiempo de conteo para mejorar la precisión y complete lo siguiente.

18 Procedimiento:

(i) Mida la actividad de su fuente en un calibrador de dosis si posee uno, o bien calcule la actividad a partir del volumen y el factor de decaimiento.

Actividad Volumen

Hora de calibración

(ii) Cuente su muestra de la siguiente manera. Trabaje rápidamente si está usando ^{99m}Tc , ya que si las mediciones se exceden de 15 minutos desde el tiempo de calibración, necesitará aplicar correcciones de decaimiento a sus resultados.

Cuente las muestras 10 veces, por el mismo período de tiempo, alrededor de 5 segundos por vez (que le proporcionen 10 valores de x).

Cuente la actividad de fondo durante el mismo intervalo de tiempo (si es menor al 1% de la cuenta fuente, puede ignorarse para este ejercicio). Repita, pero cuente la muestra durante lapsos 10 veces más extensos, alrededor de 50 segundos por vez.

(iii) Calcule las cuentas promedio ($X = \Sigma x/10$).

Calcule la desviación estándar de las cuentas promedio (\sqrt{X}).

Si no existen fallas en el detector, la variación de cuentas se debe principalmente a la naturaleza aleatoria de la desintegración radioactiva. Puede confirmar esto verificando que al menos 6 de las 10 lecturas caen en ± 1 desvío estándar del promedio, y 9 de 10 lecturas en ± 2 desvíos estándar.

Calcule el porcentaje de error de la cuenta promedio, $(\sqrt{X}/X) \times 100$

Medida número	Cuentas / 5"	Cuentas / 50"
Fondo		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
Promedio $X = \Sigma x/10$		
Desvío estándar = \sqrt{X}		
% de error = $(\sqrt{X}/X) \times 100$		
Rango $(X-2\sqrt{X})$ a $(X+2\sqrt{X})$ a a
¿Cuántas de las 10 lecturas están en este rango?		

(iv) La cantidad de actividad que Ud. use y la eficiencia del detector (sólo un pequeño porcentaje para una cámara gama hasta el 90% para un contador de pozo) determinarán la tasa de conteo de la muestra que está midiendo.

Calcule la tasa de conteo (cuentas por segundo) de su muestra a partir del promedio de las cuentas de la última columna en la tabla de arriba.

Tasa de conteo de la muestracps

Conociendo la cantidad de actividad en su muestra, calcule la eficiencia de su detector:

En cuentas por segundo por MBq cps/MBq

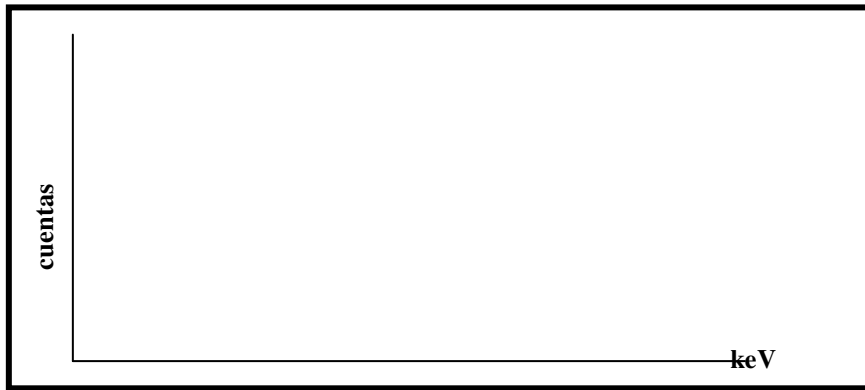
Como porcentaje de eficiencia %

(Recuerde que 1 MBq = 10^6 desintegraciones por segundo)

19 a) Dibuje el espectro para una fuente puntual de ^{99m}Tc en aire



b) Dibuje el espectro para ^{99m}Tc en un paciente



20 Use el coeficiente de atenuación para haz colimado de ^{99m}Tc , en la ecuación de atenuación, para calcular la intensidad relativa del haz (I_x/I_0) luego de atravesar:

- a) 5 cm de tejido
- b) 10 cm de tejido
- c) 15 cm de tejido

Declaración:

Yo,, controlé las respuestas de la sección Física Básica de este libro de ejercicios después de ser completadas por el/la alumno/a.

Las respuestas fueron discutidas con él/ella durante la revisión.

Firma: _____

Fecha: _____