

Sm 142 72 m K β^+ 1,03	Sm 143 340 d K β^+ 2,3	Sm 144 5-10 ⁷ a K β^+ 0,66 kein β^+ γ 0,06, ...	Sm 145 5-10 ⁷ a K β^+ 0,66 kein β^+ γ 0,06, ...	Sm 146 5-10 ⁷ a K β^+ 0,66 kein β^+ γ 0,06, ...	Sm 147 14,97 K β^+ 1,2 · 10 ¹¹ a α 2,23 α 87	Sm 148 11,24 K β^+ 0,23 α 2,23 α 60	Sm 149 13,83 K β^+ 0,23 α 2,23 α 60	Sm 150 7,44 K β^+ 0,23 α 2,23 α 60	Sm 151 ~ 93 a K β^+ 0,076 γ 0,02 α 12400	Sm 152 26,72 K β^+ 0,076 γ 0,02 α 140	Sm 153 47 h K β^+ 0,076 γ 0,02 α 140	Sm 154 22,7 K β^+ 0,076 γ 0,02 α 140
Pm 141 ~ 20 m β^+ ~ 2,6 γ	Pm 142 34 s β^+ 3,78, ... γ	Pm 143 265 d K β^+ 0,74	Pm 144 ~ 400 d K kein β^+ γ 0,62, 0,70, 0,48, ...	Pm 145 18 a K β^+ 0,14 γ 0,072, 0,067	Pm 146 710 d K β^+ 0,78 γ 0,75, 0,45	Pm 147 2,65 a K β^+ 0,23 α 2,23 α 60	Pm 148 42 d K β^+ 0,23 α 2,23 α 60	Pm 149 53 h K β^+ 1,05, 0,78 γ 0,29, ...	Pm 150 2,7 h K β^+ 2,3, 3,16 γ 0,33, ...	Pm 151 28,4 h K β^+ 1,1 γ 0,34, 0,17	Pm 152 6 m K β^+ 2,2 γ 0,12, 0,24, ~ 1	
Nd 140 3,3 d K γ 0,11-0,5	Nd 141 64 s K β^+ 0,78 γ 0,04, 0,42, 1,14	Nd 142 27,11 K β^+ 0,18	Nd 143 12,17 K β^+ 0,240	Nd 144 23,85 K β^+ 2,4 · 10 ¹⁵ a α 1,83 α 50	Nd 145 8,30 K β^+ 0,60	Nd 146 17,22 K β^+ 0,18	Nd 147 11,1 d K β^+ 0,81, 0,37 γ 0,09, 0,53, ...	Nd 148 5,73 K β^+ 0,37	Nd 149 1,8 h K β^+ 1,1, 1,5, 0,95 γ 0,03, 0,65	Nd 150 5,62 K β^+ 0,15	Nd 151 12 m K β^+ 2,06, 1,19, 1,82, 1,65 γ 0,09, 2,17	
Pr 139 4,5 h K β^+ 1,0 γ 1,3, 1,6, ...	Pr 140 3,4 m K β^+ 2,37, ... γ 1,60, 0,90, ...	Pr 141 100 K β^+ 0,10,8	Pr 142 19,1 h K β^+ 2,15, 0,58 γ 1,57 α 18	Pr 143 13,7 d K β^+ 0,93 kein β^+ α 89	Pr 144 17,3 m K β^+ 2,98, 2,29, ... γ 1,57 α 89	Pr 145 5,9 h K β^+ 1,80 γ 0,07, 1,15	Pr 146 25 m K β^+ 3,7, 2,3 γ 0,46, 1,49, 0,75	Pr 147 12 m K β^+ 0,32, 1,7	Pr 148 2 m K β^+ 0,30			
Ce 138 9,2 ms K β^+ 0,30 0,80 1,04	Ce 139 60 s K β^+ 0,75 kein β^+ γ 0,17	Ce 140 88,48 K β^+ 0,31	Ce 141 32,5 d K β^+ 0,44, 0,58 γ 0,15	Ce 142 11,07 K β^+ 0,94	Ce 143 33,4 h K β^+ 1,09, 1,38, 0,50, ... γ 0,06, 0,29, 0,67, ... α 6,0	Ce 144 284 d K β^+ 0,32, 0,19, 0,24 γ 0,13, 0,08, ...	Ce 145 3,0 m K β^+ 2,0, ...	Ce 146 14 m K β^+ 0,70 γ 0,32, 0,22, 0,14, ...	Ce 147 1,2 m K β^+	Ce 148 0,7 m K β^+		
La 137 6-10 ⁴ a K kein γ	La 138 0,069 K β^+ 1,1 · 10 ¹¹ a α 0,21 γ 1,43, 0,81	La 139 99,911 K β^+ 0,8,2	La 140 40,2 h K β^+ 1,38, 1,10, 0,83, ... γ 1,60, 0,49, 0,37, 0,82, ...	La 141 3,9 h K β^+ 2,43, 0,91 γ 1,37	La 142 92 m K β^+ ~ 4,0, ... γ 0,63, 2,40, 0,90, 2,08, ...	La 143 14,0 m K β^+ 3,30, ... γ 0,63, 1,17, 0,80, 1,98, ...	La 144 kurz K β^+					
Ba 136 7,81 α 0,016 · 7	Ba 137 2,6 m K β^+ 0,66 α 5,1	Ba 138 71,66 K β^+ 0,5	Ba 139 85 m K β^+ 2,30, 2,14, 1,40, ... γ 0,17, 0,78, ... α 4	Ba 140 12,8 d K β^+ 1,01, 0,48, 0,6, 0,9 γ 0,54, 0,03, 0,44, 0,16, ...	Ba 141 18 m K β^+ 2,8, ... γ 0,19, 0,29, 0,46, ...	Ba 142 11 m K β^+ ~ 4 γ 0,26, 0,89, 1,20, ...	Ba 143 13 s K β^+	Ba 144 kurz K β^+				
Cs 135 2,0 · 10 ⁶ a β^+ 0,21 kein γ α 8,7	Cs 136 13 d K β^+ 0,34, 0,66 γ 0,83, 1,07, 0,34, ...	Cs 137 30 a K β^+ 0,51, 1,18 α ~ 2	Cs 138 32 m K β^+ 3,40, ... γ 1,43, 1,01, 0,46, 2,21, ...	Cs 139 9,5 m K β^+ 4,3, ... γ	Cs 140 66 s K β^+ 0,59	Cs 141 kurz K β^+	Cs 142 ~ 1 m K β^+	Cs 143 kurz K β^+	Cs 144 kurz K β^+			
Xe 134 10,44 α 1 · 0,7	Xe 135 15,7 m K β^+ 0,53 γ 0,25, ... α 2,7 · 10 ⁵	Xe 136 8,87 K β^+ 0,15	Xe 137 3,9 m K β^+ 3,5 γ 0,27, 0,45	Xe 138 17 m K β^+ 2,4 γ 0,42, 0,51, 1,78, 2,0	Xe 139 41 s K β^+ 0,90, 0,52	Xe 140 16 s K β^+	Xe 141 1,7 s K β^+	Xe 142 ~ 1,5 s K β^+	Xe 143 1 s K β^+	Xe 144 ~ 1 s K β^+		
J 133 21 h K β^+ 1,23, 0,59 γ 0,53, 0,87, ...	J 134 53 m K β^+ 2,41, 1,25, 1,49, ... γ 0,85, 0,89, 0,61, 1,07, ...	J 135 6,7 h K β^+ 1,0, 0,47, 1,4 γ 1,14, 1,28, 1,72, ...	J 136 83 s K β^+ 4,2, 7,0, 5,6, 2,7 γ 1,32, 0,40, 0,27, ...	J 137 24 s K β^+ n	J 138 6 s K β^+ n	J 139 2,7 s K β^+ n						
Te 132 78 h K β^+ 0,22, ... γ 0,05, 0,23 α	Te 133 ~ 2 m K β^+ 1,3, 2,4 γ 0,75, ... α 0,33	Te 134 42 m K β^+ 0,20, 0,26, 0,17, ...										
Sb 131 23 m K β^+	Sb 132 2,1 m K β^+	Sb 133 4,1 m K β^+	Sb 134 0,8 m K β^+									

07.65.02



Manual del

Curso de Metodología y

Aplicación de Radioisótopos

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

BUENOS AIRES — REPUBLICA ARGENTINA

República Argentina

Comisión Nacional de Energía Atómica

Curso de Metodología y Aplicación de Radioisótopos

DETECCION DE RADIACION GAMMA

PARTE EXPERIMENTAL

Josefina Rodríguez

DETECCION DE RADIACION GAMMA

PARTE EXPERIMENTAL

1) Centelleador sólido con espectrómetro

Medición de la actividad relativa o absoluta de un nucleído gamma emisor , utilizando un patrón calibrado

La determinación de la actividad de una fuente activa se hará comparando el área del pico fotoeléctrico del nucleído patrón con el área del pico fotoeléctrico del nucleído cuya actividad se quiere determinar.

Dichas áreas se pueden determinar, aproximadamente, en las dos formas siguientes:

A) Mediante la expresión

$$\text{área} = h \times a$$

siendo:

h: altura del fotopico

a: ancho del fotopico a mitad de altura

B) Suma de las lecturas en los distintos canales que constituyen el pico fotoeléctrico. Para ello se traza la bisectriz del pico, observando el número de canales incluidos en una de las dos partes (generalmente la derecha) en que queda dividida la superficie del pico. Luego se suman las lecturas en esos canales, más las lecturas de un número igual de canales en la otra parte (izquierda). Como la suma total es proporcional al área se tiene:

$$A = \frac{S_i \cdot A_p}{S_p}$$

siendo:

S: suma total de lecturas del nucleído cuya actividad se quiere determinar en todos los canales correspondientes al fotopico, menos la suma de las lecturas de fondo en los mismos canales.

S_p : Suma total de lecturas del nucleído patrón, en todos los canales del f0 topico, menos la suma de las lecturas de fondo en los mismos canales.

A_p : Actividad absoluta o relativa del nucleído patrón

A : Actividad absoluta (en el caso de que A_p sea actividad absoluta) o actividad relativa (si A_p está determinada en forma relativa) del nucleído cuya actividad se busca.

2) Centelleador sólido con discriminador simple

Determinación de la actividad absoluta de una fuente activa utilizando un centelleador con discriminador simple

Una vez calibrado el equipo, se procede a elegir la tensión óptima de base del discriminador. Para ello, con el patrón del nucleído a dosar, se determina a varias tensiones de base del discriminador (tensiones que difieren entre sí 5 voltios) la actividad del nucleído. Se retira la fuente activa y a las mismas tensiones se determina el fondo. Se considera tensión de base óptima aquella para la cual la relación $\frac{(A_B - A_F)^2}{A_F}$ resulta máxima.

Siendo:

A_B : actividad de fuente más fondo

A_F : actividad de fondo.

Este valor, en general, resulta máximo para tensiones muy bajas del discriminador. A pesar de ello no conviene elegir tensiones comprendidas entre 0 y 2 voltios. De ahí que los primeros valores conviene determinarlos cada voltio y recién a partir de 5 voltios se pueden determinar a intervalos mayores.

Elegida la tensión de base del discriminador se determina con el método de las fuentes proporcionales la máxima actividad que puede ser medida sin cometer error por tiempo de parálisis.

La serie de fuentes proporcionales se prepara de la misma forma que se indicó en la práctica "Tiempo de parálisis del equipo contador", con la importante salvedad de que en el caso del detector Geiger Müller puede utilizarse cualquier emisor beta, mientras que en este caso las fuentes activas deben prepararse con el nucleído cuya actividad quiere determinarse.

A la tensión elegida se hace una medida de fondo, una medida con la muestra a dosar y una lectura del patrón del nucleído a determinar.

La actividad de la fuente se determina mediante la siguiente expresión:

$$A = \frac{A_p \cdot A'}{A'_p}$$

siendo:

A_p : actividad absoluta del patrón o un valor proporcional a la misma

A'_p : lectura del patrón menos fondo a la tensión de base del discriminador elegida

A' : lectura de la fuente a dosar menos fondo, a la misma tensión de base del discriminador

3) Centelleador sólido con espectrómetro

Medición de la actividad relativa o absoluta de dos emisores gamma, utilizando patrones calibrados

En el caso 1) se trataba de la determinación relativa o absoluta de la actividad de una fuente constituida por un solo nucleído gamma emisor. Se indicará el camino a seguir para el caso de una fuente constituida por dos nucleídos emisores gamma interesando conocer la actividad de cada uno de ellos en forma individual.

Una condición necesaria para que el problema sea resoluble es que los nucleídos posean energías gamma bastante diferentes; un caso típico es la mezcla constituida por ^{51}Cr y ^{59}Fe . Por otro lado, los resultados serán más exactos si la mezcla contiene mucha más actividad del nucleído que tiene menor energía que del nucleído que tiene energía más alta.

En este caso da buenos resultados aprovechar la posibilidad que tiene un espectrómetro, de funcionar con discriminador simple.

El trabajo se realiza de la siguiente manera:

a) se calibra el espectrómetro a una tensión del fotomultiplicador y atenuación talos que se observen todos los picos fotoeléctricos de la mezcla, o de manera tal, que los picos fotoeléctricos del nucleído de más baja energía lleguen más o menos a la mitad del rango de tensiones que se puedan dar al discriminador.

b) se toma el patrón del nucleído de energía gamma más baja y se determina el pico fotoeléctrico del mismo;

c) se dispone el equipo de manera que trabaje con discriminador simple y se elige una tensión de base del discriminador tal, que sólo se mida el nucleído de alta energía. En esa tensión de base se hace una lectura del patrón del nucleído de más alta energía; a esa lectura la llamaremos $L'_{P2,a}$.

d) Se dispone el equipo como espectrómetro.

Se realizan lecturas del patrón del nucleído de más alta energía en

en todos los canales dentro del pico fotoeléctrico del nucleído de más baja energía según lo indicado en b). De esta manera queda determinado el aporte (sombra) del patrón de más alta energía en la zona del fotopico del nucleído de energía más baja.

e) Se hacen lecturas de la mezcla en los canales indicados en d)

f) Se dispone el equipo con discriminador simple y se mide la mezcla en la tensión de base indicada en c); al resultado de la medición lo llamaremos $L_{M,a}$

g) Se retira la mezcla y a la misma tensión de base se determina la actividad de fondo; al valor obtenido lo designaremos con $L_{F,a}$

h) Se dispone el equipo con espectrómetro y se mide el fondo en los canales indicados en b)

i) Se realiza la suma de las lecturas en los canales según se determinó en b) y de acuerdo a lo indicado en 2), del patrón de más baja energía. A esta suma se la designará con L'_{P1}

j) Se realiza la suma de las lecturas en los canales según se determinó en d). A este valor le llamaremos $L'_{P2,b}$

k) Se realiza la suma de las lecturas de la mezcla en los distintos canales indicados en e). A este valor se lo designa con $L'_{M,b}$

l) Se suman las lecturas de fondo en los distintos canales indicados en h). A este valor lo llamaremos $L_{F,b}$

m) A los valores $L'_{P2,a}$ y $L'_{M,a}$ se les resta la lectura de fondo $L_{F,a}$ obteniéndose:

$$L'_{P2,a} - L_{F,a} = L_{P2,a}$$

$$L'_{M,a} - L_{F,a} = L_{M,a}$$

Lo mismo se realiza con los valores L'_{P1} ; $L'_{P2,b}$; $L'_{M,b}$ a los que se les resta la lectura de fondo $L_{F,b}$ obteniéndose:

$$L'_{P1} - L_{F,b} = L_{P1}$$

$$L'_{P2,b} - L_{F,b} = L_{P2,b}$$

$$L'_{M,b} - L_{F,b} = L_{M,b}$$

n) Cálculo del aporte en la mezcla del nucleído de más alta energía en

la suma de lecturas obtenidas en la zona del fotopico del nucleído de más ba
ja energía; esto se calcula mediante la siguiente expresión:

$$L_{S,b} = \frac{L_{P2,b} \cdot L_{M,a}}{L_{P2,a}}$$

Siendo $L_{S,b}$ el aporte del nucleído de alta energía a la suma de lecturas
obtenidas en la zona del fotopico del nucleído de baja energía.

Ese valor deberá ser restado de $L_{M,b}$

$$L_{M,b} - L_{S,b} = S_1$$

S_1 sería la suma de las lecturas que se hubieran obtenido, si por algún
medio se lograra medir sólo el nucleído de más baja energía, dentro de la
mezcla.

o) Cálculo de la actividad del nucleído de más baja energía.

Obtendremos ese valor mediante la siguiente expresión

$$A_1 = \frac{A_{P1} \cdot S_1}{I_{P1}}$$

siendo:

A_1 : actividad en la mezcla del nucleído de más baja energía.

A_{P1} : actividad absoluta o relativa del nucleído patrón de más baja energía.

p) Cálculo de la actividad del nucleído de más alta energía en la mezcla.

Lo que se logra según:

$$A_2 = \frac{A_{P2} \cdot L_{M,a}}{L_{P2,a}}$$

Siendo:

A_2 : actividad en la mezcla del nucleído de más alta energía.

A_{P2} : actividad absoluta o relativa del patrón de más alta energía.

Los valores de A_1 y A_2 serán actividades absolutas si también lo son
 A_{P1} y A_{P2} , de lo contrario serán actividades relativas.

Conviene recordar que, tanto en las mediciones de patrones como en las
de mezclas debe respetarse la misma geometría y que todas las lecturas de-
ben representar la acumulación de cuentas en intervalos iguales de tiempo.

4) Centelleador sólido con discriminador simple

Medición de la actividad relativa o absoluta de la mezcla de dos emisores gamma utilizando dos patrones calibrados

Para que el problema sea resoluble es necesario, como en el caso de trabajo con espectrómetro, que los nucleídos que constituyen la fuente tengan radiaciones gamma bien diferentes o también es conveniente que el nucleído de más alta energía se encuentre en la mezcla en menor cantidad que el nucleído de baja energía.

Una vez obtenida la curva de calibración (figura 16) se deben elegir las tensiones de base del discriminador.

Las tensiones de base del discriminador elegidas, deben reunir las siguientes condiciones:

a) En una de las tensiones (la mayor) sólo debe poder medirse el nucleído de mayor energía gamma.

b) La otra tensión de base del discriminador (menor valor que el anterior) debe permitir la medición de ambos nucleídos.

La marcha del trabajo es la siguiente:

1) Se dispone la base del discriminador a la menor tensión elegida y se hace una lectura del patrón del nucleído de más baja energía. Al valor obtenido le llamaremos L'_{p1}

2) A la misma tensión de base se hace una lectura del patrón del nucleído de más alta energía. Al valor obtenido lo designaremos con $L'_{p2,b}$.

3) Se dispone la base del discriminador a la mayor tensión elegida y se realiza una lectura de ese mismo patrón. A la lectura la llamaremos $L'_{p2,a}$

4) A la misma tensión de base se realiza una medida de la fuente mezcla; al valor obtenido lo designaremos con $L'_{M,a}$.

5) Se coloca la base del discriminador a la otra tensión seleccionada y se hace una lectura de la mezcla; a ese valor lo llamaremos $L'_{M,b}$

6) A esa misma tensión se hace una lectura de fondo la que designaremos L_F,b .

7) Se dispone el discriminador a la mayor tensión elegida y se hace una lectura de fondo que designaremos con L_F,a .

8) A cada lectura obtenida se le restan las actividades de fondo correspondientes:

$$L'_{P1} - L_{F,b} = L_{P1}$$

$$L'_{P2,b} - L_{F,b} = L_{P2,b}$$

$$L'_{P2,a} - L_{F,a} = L_{P2,a}$$

$$L'_{M,a} - L_{F,a} = L_{M,a}$$

$$L'_{M,b} - L_{F,b} = L_{M,b}$$

9) Cálculo del aporte en la mezcla del nucleído de más alta energía en la lectura del nucleído de más baja energía. Esto se logra mediante la siguiente expresión:

$$L_{S,b} = \frac{L_{P2,b} \cdot L_{M,a}}{L_{P2,a}}$$

siendo: $L_{S,b}$ el aporte del nucleído de alta energía a la lectura de la mezcla en la tensión de base del discriminador más baja elegida; por lo tanto ese valor debe ser restado del $L_{M,b}$

$$S_1 = L_{M,b} - L_{S,b}$$

S_1 sería la lectura que se hubiera obtenido si por algún medio se lograra medir sólo el nucleído de más baja energía dentro de la mezcla.

10) Cálculo de la actividad del nucleído de más baja energía. La obtenemos mediante la siguiente expresión:

$$A_1 = \frac{A_{P1} \cdot S_1}{L_{P1}}$$

Siendo:

A_1 : actividad del nucleído de más baja energía en la mezcla

A_{P1} : actividad del nucleído patrón de más baja energía

11) Cálculo de la actividad del nucleído de más alta energía en la mezcla.

Aplicamos la siguiente:

$$A_2 = \frac{A_{P2} \cdot L_{M,a}}{L_{P2,a}}$$

Siendo:

A_2 : actividad del nucleído de más alta energía en la mezcla

A_{P2} : actividad del patrón de más alta energía.