

Sm 142 72 m K β ⁻ 1,03	Sm 143 340 d K β ⁻ 2,3 α < 2	Sm 144 5·10 ⁷ a K kein β ⁻ γ 0,66, 0,70, 0,48, ... α 2,55	Sm 145 14,97 1,2·10 ¹¹ a K β ⁻ 2,73 α 87	Sm 146 11,24	Sm 147 13,83 α 4000	Sm 148 7,44	Sm 149 ~ 93 a β ⁻ 0,076 γ 0,02 α 12400	Sm 150 26,72 α 140	Sm 151 47 h β ⁻ 0,70, 0,64, 0,80, ... γ 0,10, 0,07, ...	Sm 152 22 α 5,5	
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 kein β ⁻ γ 0,072, 0,067	Pm 146 710 d K β ⁻ 0,78 γ 0,75, 0,45	Pm 147 2,65 a β ⁻ 0,73, ... γ 0,29, ... α 60	Pm 148 42 d β ⁻ 0,73, ... γ 0,29, ... α 60	Pm 149 53 h β ⁻ 1,05, 0,78, ... γ 0,29, ...	Pm 150 2,7 h β ⁻ 2,3, 3,16, ... γ 0,33, ...	Pm 151 28,4 h β ⁻ 1,1 γ 0,34, 0,17, ...	Pm 152 6 m β ⁻ 2,2 γ 0,12, 0,24, ...
Nd 140 3,3 d K β ⁻ 0,11-0,5	Nd 141 64 s 2,5 h β ⁻ 0,76 γ 0,04, 0,42, 1,14, ...	Nd 142 27,11 α 18	Nd 143 12,17 α 240	Nd 144 23,85 2,4·10 ¹⁵ a α 1,83 α 50	Nd 145 8,30 α 60	Nd 146 17,22 α 1,8	Nd 147 11,1 d β ⁻ 0,81, 0,37, ... γ 0,09, 0,53, ... α 3,7	Nd 148 5,73 β ⁻ 1,1, 1,5, 0,95 γ 0,03, 0,65	Nd 149 1,8 h β ⁻ 1,1, 1,5, 0,95 γ 0,03, 0,65	Nd 150 5,62 α 1,5	Nd 151 12 m 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 α 10,8	Pr 142 19,1 h β ⁻ 2,15, 0,58 γ 1,57 α 18	Pr 143 13,7 d β ⁻ 0,93 kein γ α 89	Pr 144 17,3 m β ⁻ 2,98, 2,29, ... γ 0,69, ...	Pr 145 5,9 h β ⁻ 1,80, ... γ 0,07-1,15	Pr 146 25 m β ⁻ 3,7, 2,3 γ 0,46, 1,49, 0,75	Pr 147 12 m β ⁻ 0,32, 1,7	Pr 148 2 m β ⁻ 0,30	Pr 149 7 β ⁻ 0,30	Pr 150 9 β ⁻ 0,30
Ce 138 9,2 ms 0,250 β ⁻ 0,30 0,80 1,04 α 0,007 0,6	Ce 139 60 s 140 d β ⁻ 0,75 kein β ⁻ γ 0,10, 0,17	Ce 140 88,48 α 0,31	Ce 141 32,5 d β ⁻ 0,44, 0,58 γ 0,15	Ce 142 11,07 α 0,94	Ce 143 33,4 h β ⁻ 1,09, 1,38, 0,50, ... γ 0,06, 0,29, 0,67, ... α 6,0	Ce 144 284 d β ⁻ 0,32, 0,19, 0,24 γ 0,13, 0,08, ...	Ce 145 3,0 m β ⁻ 2,0, ... γ 0,14, ...	Ce 146 14 m β ⁻ 0,70 γ 0,32, 0,22, 0,14, ...	Ce 147 1,2 m β ⁻	Ce 148 0,7 m β ⁻	Ce 149 0,7 β ⁻
La 137 6·10 ⁴ a K kein γ	La 138 0,089 1,1·10 ¹¹ a K kein β ⁻ β ⁻ 0,21 γ 1,43, 0,81	La 139 99,911 α 8,2	La 140 40,2 h β ⁻ 1,38, 1,10, 0,83, ... γ 1,60, 0,49, 0,37, 0,82, ...	La 141 3,9 h β ⁻ 2,43, 0,91 γ 1,37	La 142 92 m β ⁻ ~ 4,0, ... γ 0,63, 2,40, 0,90, 2,08, ...	La 143 14,0 m β ⁻ 3,30, ... γ 0,32, 1,17, 0,80, 1,98, ...	La 144 kurz β ⁻	La 145 kurz β ⁻	La 146 kurz β ⁻	La 147 kurz β ⁻	La 148 kurz β ⁻
Ba 136 7,81 α 0,016 + ?	Ba 137 2,6 m 11,32 β ⁻ 0,66 γ 5,1	Ba 138 71,66 α 0,5	Ba 139 85 m β ⁻ 2,30, 2,14, 1,40, ... γ 0,17, 0,78, ... α 4	Ba 140 12,8 d β ⁻ 1,01, 0,48, 0,6, 0,9 γ 0,54, 0,03, 0,44, 0,16, ...	Ba 141 18 m β ⁻ 2,8, ... γ 0,19, 0,29, 0,46, ...	Ba 142 11 m β ⁻ ~ 4 γ 0,26, 0,89, 1,20, ...	Ba 143 13 s β ⁻	Ba 144 kurz β ⁻	Ba 145 kurz β ⁻	Ba 146 kurz β ⁻	Ba 147 kurz β ⁻
Cs 135 2,0·10 ⁶ a β ⁻ 0,21 kein γ α 8,7	Cs 136 13 d β ⁻ 0,34, 0,66 γ 0,83, 1,07, 0,34, ...	Cs 137 30 a β ⁻ 0,51, 1,18 α < 2	Cs 138 32 m β ⁻ 3,40, ... γ 1,43, 1,01, 0,46, 2,21, ...	Cs 139 9,5 m β ⁻ 4,3, ... γ	Cs 140 66 s β ⁻ ~ 0,59	Cs 141 kurz β ⁻	Cs 142 ~ 1 m β ⁻	Cs 143 kurz β ⁻	Cs 144 kurz β ⁻	Cs 145 kurz β ⁻	Cs 146 kurz β ⁻
Xe 134 10,44 α 1 + 0,2	Xe 135 157 m 9,2 h β ⁻ 0,53 γ 0,25, ... γ 2,7, 1,05	Xe 136 8,87 α 0,15	Xe 137 3,9 m β ⁻ 3,5 γ 0,27, 0,45	Xe 138 17 m β ⁻ 2,4 γ 0,42, 0,51, 1,78, 2,0	Xe 139 41 s β ⁻ ~ 0,90-0,52	Xe 140 16 s β ⁻	Xe 141 1,7 s β ⁻	Xe 142 ~ 1,5 s β ⁻	Xe 143 1 s β ⁻	Xe 144 ~ 1 s β ⁻	Xe 145 ~ 1 s β ⁻
J 133 21 h β ⁻ 1,23, 0,59 γ 0,53, 0,87, ...	J 134 53 m 1,25 β ⁻ 2,41, 1,25, 1,49, ... γ 0,85, 0,89, 0,61, 1,07, ...	J 135 6,7 h β ⁻ 1,0, 0,47, 1,4 γ 1,14, 1,28, 1,72, ...	J 136 83 s β ⁻ 4,2, 7,0, 5,6, 2,7 γ 1,32, 0,40, 0,27, ...	J 137 24 s β ⁻ n	J 138 6 s β ⁻ n	J 139 2,7 s β ⁻ n	J 140 kurz β ⁻	J 141 kurz β ⁻	J 142 kurz β ⁻	J 143 kurz β ⁻	J 144 kurz β ⁻
Te 132 78 h β ⁻ 0,22, ... γ 0,05, 0,23 e	Te 133 50 m ~ 2 m β ⁻ 1,3, 2,4 γ 0,75, ... γ 0,43, ... γ 0,33	Te 134 42 m β ⁻ 0,20, 0,26, 0,17, ...	Te 135 kurz β ⁻	Te 136 kurz β ⁻	Te 137 kurz β ⁻	Te 138 kurz β ⁻	Te 139 kurz β ⁻	Te 140 kurz β ⁻	Te 141 kurz β ⁻	Te 142 kurz β ⁻	Te 143 kurz β ⁻
Sb 131 23 m β ⁻	Sb 132 2,1 m β ⁻	Sb 133 4,1 m β ⁻	Sb 134 0,8 m β ⁻	Sb 135 kurz β ⁻	Sb 136 kurz β ⁻	Sb 137 kurz β ⁻	Sb 138 kurz β ⁻	Sb 139 kurz β ⁻	Sb 140 kurz β ⁻	Sb 141 kurz β ⁻	Sb 142 kurz β ⁻

07.65.02

5,9
5,9
5,6
90
5,8
6,4
6,4
5,8
86
6,0
88

C.N.E.A. Biblioteca
ARCHIVO PUBLICACIONES
1965

07.65.02

C.N.E.A. Biblioteca
ARCHIVO PUBLICACIONES
Nº 1
AÑO 1965

Manual del Curso de Metodología y Aplicación de Radioisótopos

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA

CURSO DE METODOLOGIA Y APLICACION
DE RADIOISOTOPOS

INTEGRADORES

Josefina Rodriguez y Máximo Rudelli

INTEGRADORES

INTRODUCCION

Algunas veces es interesante observar las rápidas variaciones de actividad que presenta un medio activo, ya sea haciendo lecturas frecuentes, ó registrando automáticamente los resultados sobre un papel.

Las variaciones rápidas de actividad pueden deberse fundamentalmente a:

- a) Una fuente constituida por un nucleido de período de semidesintegración muy corto.
- b) Variación de la actividad específica de un medio.

Un integrador es un circuito electrónico, diseñado fundamentalmente para medir la velocidad de llegada de impulsos provenientes de una cámara de ionización, de un contador Geiger Müller, ó de un centelleador. No se cuentan los impulsos en forma individual.

Un circuito equivalente es el siguiente.

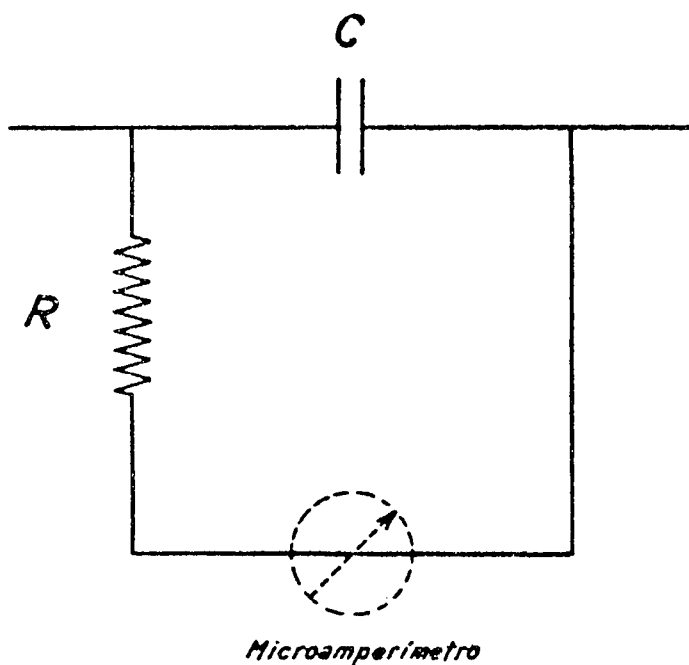


Fig.1 - Circuito equivalente de un integrador

Cada impulso proveniente del contador, es electrónicamente convertido en una carga q , la que se incorpora a la carga Q del condensador tanque, de capacidad C .

La carga Q en el condensador puede leerse continuamente, por medición de la diferencia de potencial

$$V = \frac{Q}{C}$$

adquirida por el mismo con un voltímetro, o por lectura de la corriente producida a través de la resistencia

$$i = \frac{V}{R} = \frac{Q}{RC}$$

Velocidad Media (lectura media)

Supongamos que al tiempo $t = 0$, cuando se acerca la fuente de actividad A al detector, la carga Q sobre el condensador sea nula.

Teniendo en cuenta la eficiencia del detector, supondremos que la velocidad de salida de impulsos del mismo sea a , por lo tanto el número promedio de impulsos que durante el intervalo t a $t + dt$ llegarán al condensador será: $a \cdot dt$, y la carga adquirida por el condensador en este intervalo $q \cdot a \cdot dt$. Si se hace una lectura de Q a un tiempo t_0 después, este incremento de carga ($q \cdot a \cdot dt$) habrá decaído a $q \cdot a \cdot e^{-(t_0-t)/R \cdot C} \cdot dt$, debido al escape de carga con una constante de tiempo $R \cdot C$ a través del circuito. La constante de tiempo del instrumento es el tiempo necesario para que la carga del condensador se reduzca a $\frac{1}{e}$ partes de su valor.

Por lo tanto, la carga que adquirirá el condensador a cualquier tiempo (t_0) será:

$$Q(t_0) = \int_0^{t_0} q \cdot a \cdot e^{-(t_0-t)/R \cdot C} \cdot dt = q \cdot a \cdot R \cdot C \cdot (1 - e^{-t_0/RC}) \quad (a)$$

y el valor de equilibrio, una vez que el integrador ha estado operando durante un tiempo $t_0 \gg R \cdot C$, está dado por:

$$Q_m = q \cdot a \cdot R \cdot C. \quad (b)$$

Como se observa el valor Q_m , alcanzado en el equilibrio, es proporcional a la producción de impulsos a la salida del detector, y por lo tanto a la actividad absoluta del nucleído (A), este es el principio que se aprovecha para utilizarlo como medidor de actividades

Por otro lado

$$V_m = \frac{Q_m}{C} = q \cdot a \cdot R \quad (c)$$

Como la capacidad es constante se puede medir la corriente $q.a$ a través de la resistencia R o la caída de potencial que se produce a lo largo de la misma.

En ambos casos, alcanzado el equilibrio, la intensidad de corriente o la diferencia de potencial medidos son proporcionales a la velocidad de arribo de impulsos al condensador, es decir proporcionales a la actividad de la fuente, de ahí que sea usual que la escala esté calibrada en cuentas/minuto o cuentas/segundo, en lugar de estarlo en unidades de intensidad de corriente, carga o diferencia de potencial que es lo que en realidad se mide.

Tiempo de Espera para Alcanzar la Lectura de Equilibrio (en el caso de una simple lectura)

La ecuación (a) muestra que la aproximación a la carga o potencial de equilibrio (lectura de equilibrio) es una curva de crecimiento exponencial, similar en ciertos aspectos al crecimiento de una sustancia hija de vida media $R.C.$, a partir de una madre de actividad constante (vida media muy grande).

En la práctica se conviene en aceptar como correcto un tiempo de espera tal, que permita obtener un valor $Q(t_0)$ que difiera del valor de equilibrio (Q_m), en un error probable igual o menor que $0,6745 \sigma(Q)$ ocasionado por las fluctuaciones estadísticas, y este tiempo está dado por la siguiente expresión:

$$t_0 = R.C (0,394 + 1,15 \log 2.a.R.C) \quad (d)$$

El gráfico de la figura 2, indica la dependencia de t_0 con la actividad medida para varias constantes de tiempo ($R.C$).

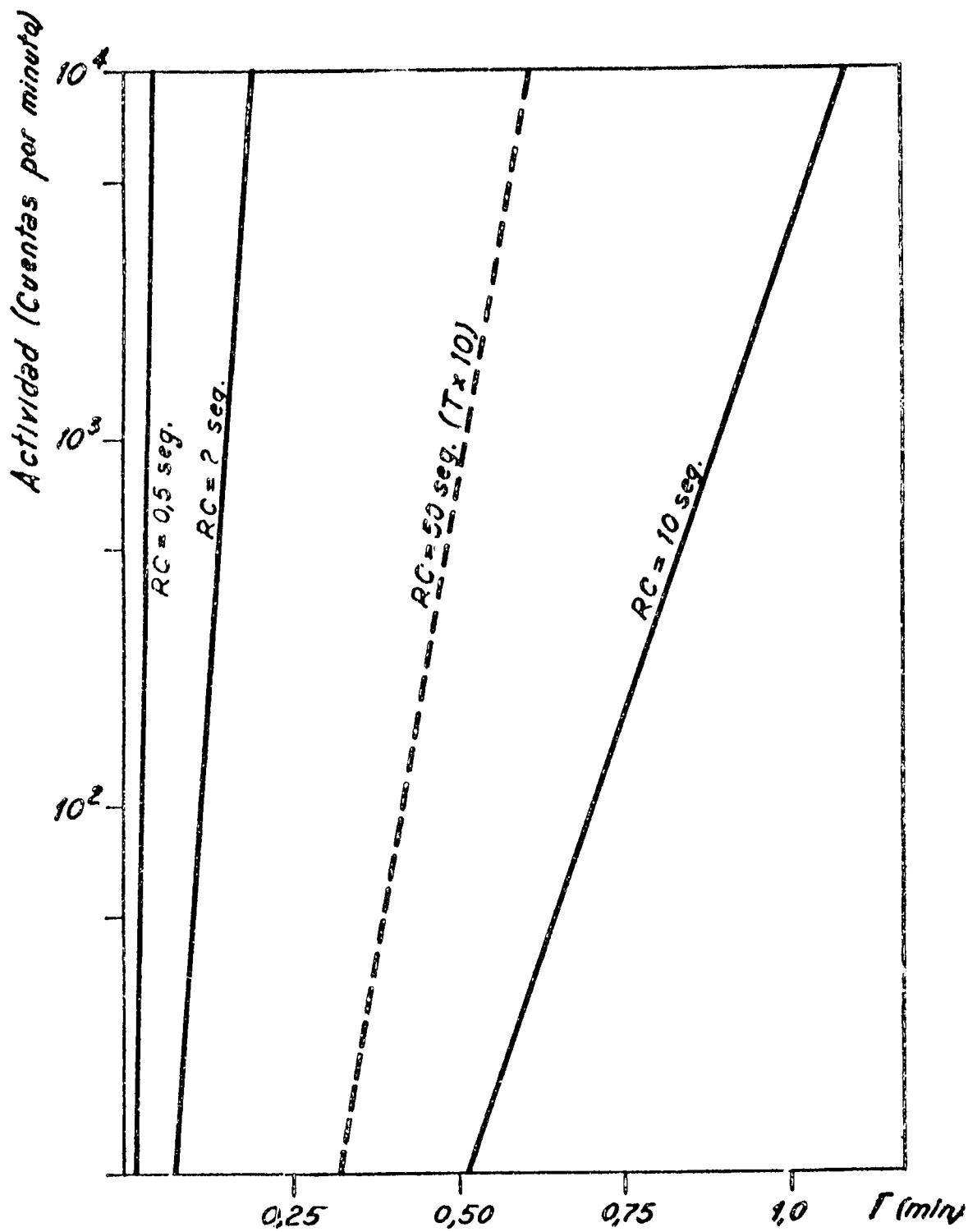


Fig. 2 - Tiempo de equilibrio

Estadística en las Lecturas Realizadas con Integradores

Desviación Standard de una Lectura Individual.

Supongamos que acercamos una fuente activa al integrador, esperamos un tiempo t_0 para alcanzar el equilibrio, y observamos la carga que adquiere el condensador (lectura) después de esperar el tiempo (t_0), indicado en el gráfico de la figura 2 para la constante de tiempo utilizada.

El valor medio esperado (o lectura media) será Q_m , pero las lecturas individuales que se realicen se distribuirán alrededor de este valor con una cierta desviación standard $\sigma(Q)$, dada por la siguiente expresión

$$\sigma(Q) = q \cdot \sqrt{\frac{1}{2} a.R.C} \quad (e)$$

La desviación standard relativa será

$$\frac{\sigma(Q)}{Q_m} = \frac{1}{\sqrt{2.a.R.C}} \quad (f)$$

Puede observarse que es la misma desviación standard relativa que se comete, cuando en un escalímetro se acumulan impulsos o cuentas durante un tiempo $t = 2R.C$

Desviación Standard del Promedio de n Lecturas Independientes

Supongamos que a $t_0 \gg R.C$ (t_0 = tiempo de equilibrio) se realiza una simple lectura Q_1 , y luego sucesivas lecturas a los siguientes tiempos: $\theta R.C$, $2 \theta R.C$... $(n-1) \theta R.C$.

El mejor valor del valor exacto será la media aritmética de las n lecturas

$$Q_m \approx \bar{Q} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i \quad (g)$$

El error standard de este valor promedio $\bar{Q}$ respecto al valor medio exacto Q_m , estará dado por la expresión estadística general

$$\sigma_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k (\bar{x}_i - m)^2} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (h)$$

siempre que $\theta \gg 1$, en otras palabras, siempre que entre lectura y lectura transcurra el tiempo necesario para alcanzar el equilibrio, es decir se trate de lecturas verdaderamente independientes.

Si las lecturas son hechas con una frecuencia tal que, debido a la memoria exponencial del circuito, una observación sea influenciada por la anterior la expresión a utilizar es la siguiente.

$$\sigma_n(\bar{Q}) = \frac{1}{n(1 - e^{-\theta})} \left[n(1 - e^{-2\theta}) - 2e^{-\theta}(1 - e^{-n\theta}) \right]^{\frac{1}{2}} \sigma(Q) \quad (i)$$

Si $\theta \gg 1$, de manera que las n lecturas sean estadísticamente independientes, la expresión (i) se transforma en la siguiente

$$\sigma_n(\bar{Q}) = \frac{\sigma(Q)}{\sqrt{n}} \quad \text{para } \theta \gg 1 \quad (j)$$

similar a la (h).

El error standard relativo será:

$$\frac{\sigma_n(\bar{Q})}{\bar{Q}} = \frac{1}{\sqrt{2naRC}} \quad (k)$$

Desviación Standard de Observaciones Continuas

Los integradores, en general, llevan un voltímetro o un amperímetro con un registrador, de ahí que las lecturas aparezcan escritas en forma continua. La observación continua de Q durante un tiempo finito T , es algo análogo a utilizar un infinito número de observaciones individuales, muy poco espaciadas una de otras, es decir cuando $n \rightarrow \infty$, $\theta \rightarrow 0$ y tal que

$$n\theta = \frac{T}{R.C.} \quad (l)$$

El error standard $\sigma(T)$ del promedio de la lectura ($\bar{Q}$) se obtiene sustituyendo la expresión (l) en la ecuación (i). En el límite para $\theta \ll 1$, se obtiene:

$$\frac{\sigma(T)}{\sigma(Q)} = \left\{ \frac{2RC}{T} \left[1 - \frac{RC}{T} \left(1 - e^{-\frac{T}{RC}} \right) \right] \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (m)$$

donde $\sigma(Q) = q(aRC/2)^{\frac{1}{2}}$ es la desviación standard de una observación individual como indica la expresión (e)

El gráfico de la figura 3 indica la dependencia de $\frac{\sigma(T)}{\sigma(Q)}$ con T/RC según la ecuación (m)

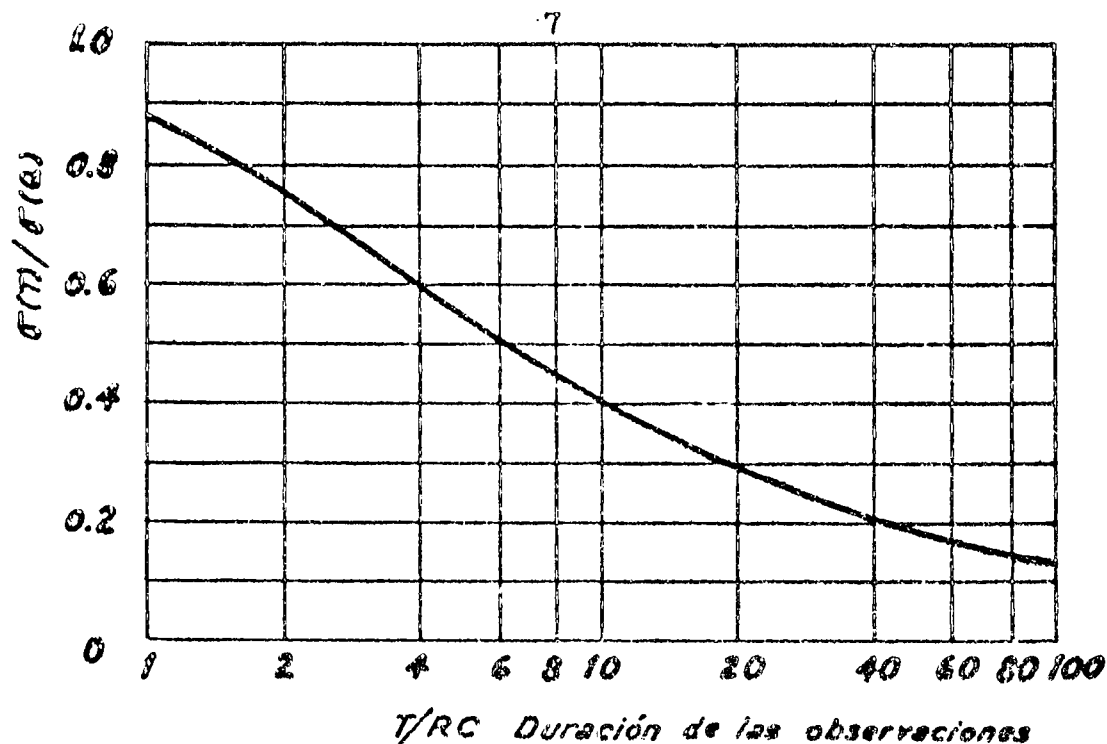


Fig. 3

Cuando $T \gg RC$, la expresión (m) se reduce a

$$\frac{\sigma(T)}{\bar{Q}} \approx \frac{\sigma(T)}{Q_m} = \frac{1}{\sqrt{a T}} \quad (n)$$

similar a la expresión general

$$\frac{\sigma \bar{x}}{\bar{x}} = \sqrt{\frac{1}{L}}$$

que nos dá el error standard relativo de una medición de actividad obtenida por lectura en un escalímetro en el que se acumularon L cuentas en T minutos.

Empleo del Integrador en el Caso de una Fuente Cuya Actividad Decrece Rapidamente

Puede ser demostrado que la lectura en un integrador está relacionada con el número de impulsos que recibe por unidad de tiempo, en la misma forma que la actividad de una sustancia hija de hipotética vida media RC , está relacionada con la actividad de la sustancia madre, esto es lo que precisamente expresa la ecuación (a), en la que a (número de impulsos que entran al integrador) sería la actividad de la hipotética sustancia madre de período muy largo, mientras que la lectura (carga del condensador, diferencia de potencial a través de la resistencia de descarga) sería la actividad de

la hipotética sustancia de vida media $R C$ igual a la constante de tiempo elegida, La ecuación (a) se refiere a una sustancia activa de actividad constante.

Para el caso que se desee medir una sustancia cuya actividad decrece con una cierta vida media $\bar{\tau}$, la expresión que nos dá el valor de la carga del condensador a un tiempo t_0 es

$$Q_m(t_0) = q.a.R.C \frac{1/RC}{(1/RC - 1/\bar{\tau})} \cdot (e^{-t_0/\bar{\tau}} - e^{-t_0/RC}) \quad (o)$$

la que es similar a la ecuación que nos dá la cantidad de sustancia hija de vida media $R.C$, formada a partir de una sustancia madre de vida media $\bar{\tau}$.

También se recordará que si la vida media de la madre es aproximadamente 10 veces mayor que la vida media de la hija, se establece después de cierto tiempo un equilibrio llamado transiente, a partir del cual existe una relación constante, entre la cantidad de hija y la actividad de la madre, y el número de átomos de hija cae con la vida media de la madre.

Por analogía sucede lo mismo en el integrador, se alcanzará un equilibrio transiente, a partir del cual la carga en el condensador (Q_m) guardará una relación constante con la actividad de la fuente activa.

Una vez alcanzado el equilibrio transiente será

$$Q_m = q.a.R.C \frac{1/RC}{(1/RC - (1/\bar{\tau}))} e^{-t_0/\bar{\tau}} \quad (p)$$

De la observación de las ecuaciones (o) y (p), se desprende:

- a) Para poder seguir la variación de actividad de una sustancia, es necesario elegir una constante de tiempo RC , tal que $\bar{\tau} \gg 10 RC$, de acuerdo con la condición exigible para que haya equilibrio transiente, siendo $\bar{\tau}$ la vida media de la sustancia a medir.
- b) El tiempo de espera para realizar la primera lectura debe ser tal, que el sistema haya entrado en equilibrio transiente ($t_0 \gg 5 RC$).

Trataremos de resumir los conceptos más importantes.

Elección de la Constante de Tiempo.

La elección de la constante de tiempo está supeditada a la estadística deseada, recordando que la desviación standard relativa de una observación está dada por la expresión (f)

$$\frac{\sigma(Q)}{Q_m} = \frac{1}{\sqrt{2 a \cdot RC}} \quad \text{y de ahí} \quad RC = \frac{Q_m^2}{2 a \sigma^2(Q)} \cdot \frac{(DSR)}{2 a} \quad (q)$$

siendo:

RC, la constante de tiempo del integrador buscado

DSR, desviación standard relativa elegida

a, actividad relativa de la fuente, determinada por una lectura previa.

Tiempo de Espera Antes de Hacer una Lectura Individual.

Cuando se trata de hacer una medición individual, será necesario esperar un tiempo (t_0), que es función de la constante de tiempo del equipo y de la actividad a medir. Este tiempo puede determinarse empleando la ecuación (d), o bien utilizando el gráfico de la figura 2.

Determinación del Valor $\bar{Q}$ (lectura que más se acerca al valor real)

En el caso que se utilice un registrador gráfico, fácilmente se puede determinar el valor $\bar{Q} \approx Q_m$, puesto que este valor divide el área definida por las lecturas instantáneas en dos partes iguales.

El error standard relativo en este caso, para $T \gg RC$ está dado por la siguiente expresión.

$$\frac{\sigma(T)}{\bar{Q}} \approx \frac{\sigma(T)}{Q_m} = \frac{1}{\sqrt{a T}} \quad (r)$$

Medición de una Fuente Cuya Actividad Decrece con el Tiempo.

Por último, es necesario recordar que al medir una fuente cuya actividad decrece con el tiempo, debe ser elegida una constante de tiempo (RC) del equipo tal, que, $\tau \gg 10 RC$, siendo τ , vida media del nucleído a medir.

Por otro lado, el equipo entrará en régimen después de haber transcurrido un tiempo $t_0 \gg 5 RC$

Vale la pena hacer notar que no solo se pueden disponer de distintas constantes de tiempo, sino también de escalas de distintas sensibilidades, de manera de poder leer bajas y altas actividades.

PARTE EXPERIMENTAL

- a) Elegir una escala de sensibilidad adecuada (rango), acercar una fuente activa, esperar que la aguja llegue al fondo de escala, y retirar rápidamente la muestra. Medir el tiempo necesario para que la lectura se reduzca a $\frac{1}{e}$ de su valor. Ese tiempo será el valor R.C, constante de tiempo del integrador.
- b) Repetir la misma experiencia con otras constantes de tiempo.
- c) Elegir una escala adecuada, poner en marcha el registrador y acercar una fuente radiactiva, dejarla un cierto tiempo.
- d) Repetir el mismo ensayo utilizando distintas constantes de tiempo.
- e) Determinar de los gráficos las distintas constantes de tiempo, y observar a que tiempo (t_0) se estabiliza la lectura, a menos de las fluctuaciones estadísticas.
- f) Determinar gráficamente la desviación standard de cualquier punto de la curva $\mathcal{Q}(Q)$, y mediante el gráfico de la figura 3 determinar el error standard del valor obtenido $\mathcal{Q}(T)$.
- g) Informar el resultado con la confianza que merece el mismo.
- h) Determinar el error standard relativo, empleando la fórmula (r) en la cual se reemplaza el valor a por el valor Q sacado del gráfico.
- i) Disponiendo de una fuente de período de semidesintegración relativamente pequeño, elegir sensibilidad de escala y constante de tiempo adecuado, y hacer un registro gráfico.
- j) Observar si el período de semidesintegración deducido del gráfico, coincide con el real.

Nota importante

En esta última experiencia es necesario extraer de las mediciones el efecto cero (fondo).