

Radioactividad

Resumen

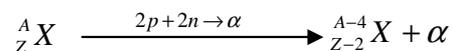
En esta práctica se utiliza un contador Geiger-Müller para detectar la radiación ambiental y la radiación de una fuente radiactiva (Ra-226) durante intervalos de 10 segundos para después realizar los correspondientes histogramas y comprobar mediante el test de chi-cuadrado como se comportan los datos bajo una distribución de Poisson (radiación ambiental) y una distribución de Gauss (radiación del Ra-226)

INTRODUCCIÓN

La radiactividad fue descubierta por Henri Becquerel en 1896 mientras trabajaba en la fosforescencia de las sales de uranio, en el estudio posterior sobre la radiactividad se descubrió que había de 3 diferentes:

- Radiación alfa (α): está formada por núcleos de Helio (He^{++})
 - “Cuando un átomo radiactivo emite una partícula alfa, la masa del átomo resultante disminuye en 4 unidades y el número atómico en 2” (ley para radiación alfa descrita por Frederick Soddy y Casimir Fajans)

Reacción:

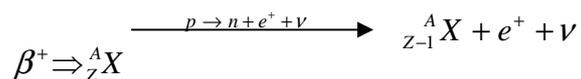
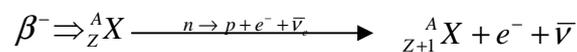


A = Número másico

Z = Número atómico

- Radiación beta (β): está formada por electrones o positrones (antipartícula del electrón).
 - “Cuando un átomo radiactivo emite una partícula beta, el número atómico aumenta en una unidad y la masa atómica se mantiene constante.” (ley para radiación beta descrita por Frederik Soddy y Casimir Fajans)

Reacción:



e^- = electrón

e^+ = positrón

$\bar{\nu}$ = antineutrino (electrónico)*

ν = neutrino (electrónico)*

*Propuesto por Wolfgang Pauli en 1930 para compensar la aparente perdida de energía y momento lineal en la desintegración beta, no fue hasta 1956 que Clyde Cowman y Frederick Reines demostraran su existencia experimentalmente.

- Radiación gamma (γ): es un tipo de radiación electromagnética
 - “Cuando un núcleo excitado emite radiación gamma no varía ni su masa ni su número atómico, solo pierde una cantidad de energía $h\nu$ ” (Ley para radiación gamma descrita por Frederick Soddy y Casimir Fajans)

Nivel de penetración según el tipo de radiación

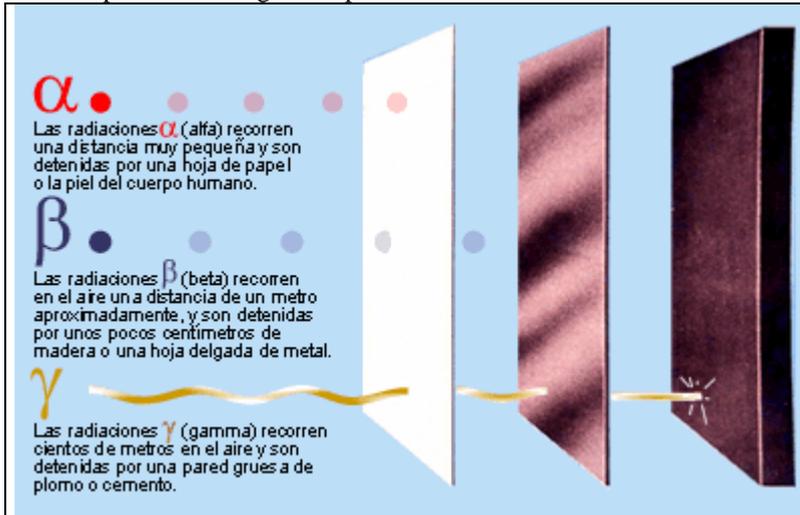


Figura 1.a *1

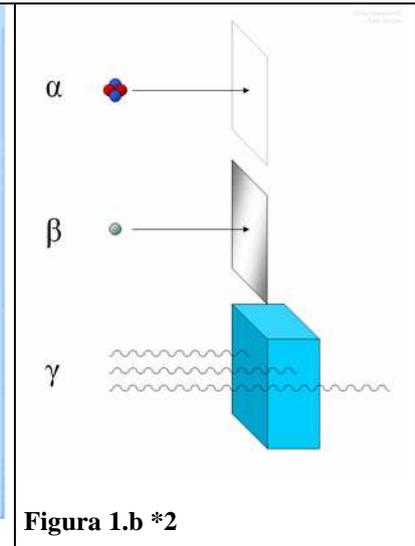


Figura 1.b *2

MATERIAL Y MÉTODOS

El material usado en la práctica es un contador Geiger-Müller (Tubo contador Geiger-Müller y contador digital) y una fuente radiactiva de partículas alfa (α) (Ra-226)



Figura 2.-Contador Geiger-Müller
*2

El contador Geiger-Müller está compuesto por un tubo cerrado con gas y dos electrodos entre los cuales hay una diferencia de potencial constante, la radiación que penetra en el tubo (las partículas se emiten isotrópicamente) ioniza el gas, por lo que este se convierte en conductor eléctrico y pasa la corriente momentáneamente (ese paso de corriente es lo que detecta el contador).

En la primera parte de la práctica se usa el contador Geiger-Müller para medir la radiación del ambiental, que es producto de la radiación cósmica que llega a la tierra y a los elementos radiactivos presentes en el terreno. Se pone el contador Geiger-Müller de forma que cuente el número de radiaciones que recibe durante 10 segundos, se apunta el resultado y se vuelve a repetir la operación hasta tener un número de cuentas lo suficientemente alto.

En la segunda parte de la práctica se utiliza la fuente radiactiva de Ra-226, orientado la abertura del recubrimiento hacia el contador y se vuelve a coger las

medidas durante 10 segundos como antes, una vez se han tomado suficientes medidas se guarda la muestra de Ra-226 en el blindaje protector.

FUNDAMENTO TEÓRICO

Las desintegraciones radiactivas son procesos aleatorios por eso cuando el número de desintegraciones es pequeño (radiación ambiental) se puede usar la distribución de Poisson ya que cumple las características de un proceso de Poisson:

- El número de sucesos en dos intervalos independientes siempre es independiente.
- La probabilidad de que un suceso ocurra en un intervalo es proporcional a la longitud del intervalo.
- La probabilidad de que ocurra más de un suceso en un intervalo suficientemente pequeño es despreciable (no se producirán sucesos simultáneos).

Si el número de desintegraciones es del orden de 20 o mayor (radiación de Ra-226) la distribución de Poisson se aproxima a una distribución de Gauss.

RESULTADOS

Después de realizar el test de chi-cuadrado para ver como se correspondían los datos obtenidos del fondo radiactivo ambiental con una distribución de Poisson, no hay motivo para dudar que los datos se ajustan a la distribución. Igualmente para la muestra radiactiva de Ra-226

Fondo radiactivo ambiental: $\bar{x} \pm \sigma_x = \bar{x} \pm \frac{s}{\sqrt{N}} = 2.48 \pm 0.14$ cuentas /10s

Muestra radioactiva Ra-226 $\bar{x} \pm \sigma_x = \bar{x} \pm \frac{s}{\sqrt{N}} = 22.76 \pm 0.5$ cuentas/10s

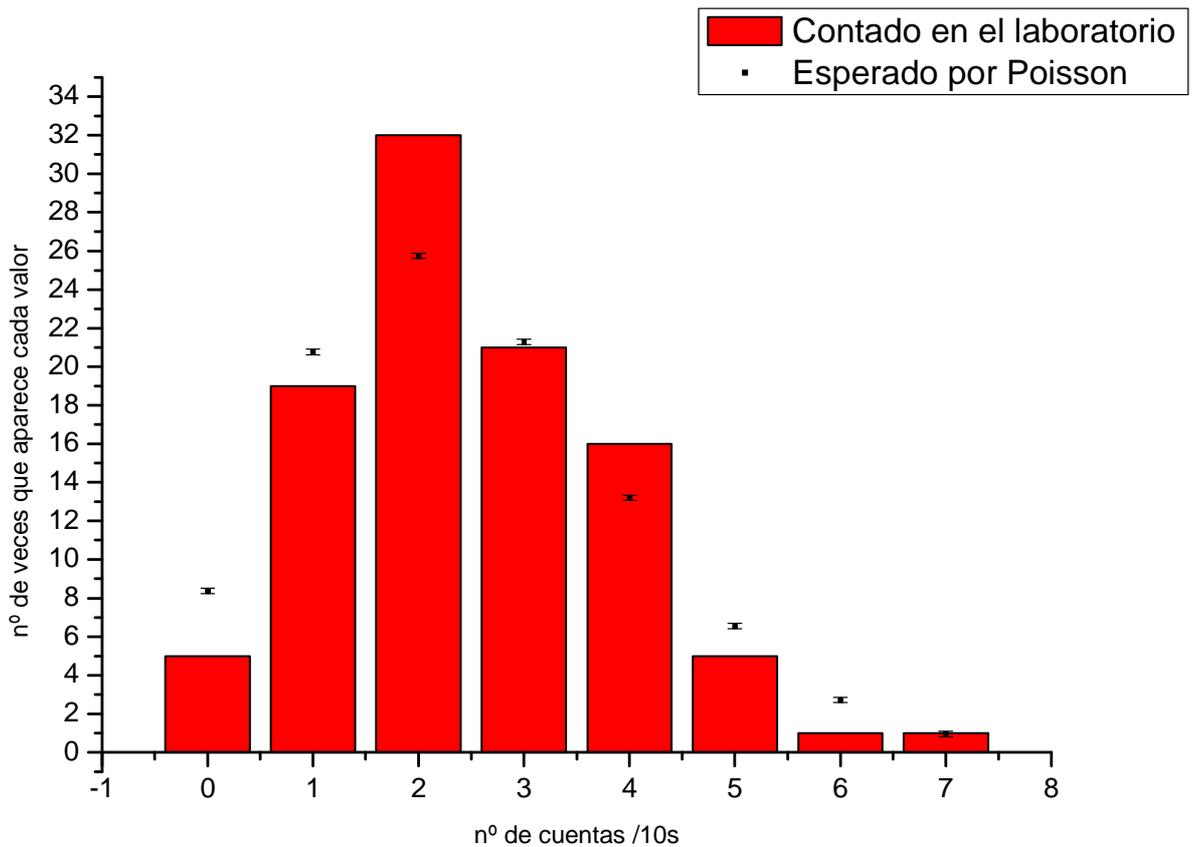
Cálculos:

Estudio del fondo radiactivo ambiental. Distribución de Poisson

i	x_i c/10s	$f(x_i)$	$x_i f(x_i)$	$NP_p(x_i, \bar{x})$	$\frac{[f(x_i) - NP_p(x_i, \bar{x})]^2}{NP_p(x_i, \bar{x})}$
1	0	5	0	8.37	1.35685783
2	1	19	19	20.77	0.15083775
3	2	32	64	25.75	1.51699029
4	3	21	63	21.29	0.00395021
5	4	16	64	13.20	0.59393939
6	5	5	25	6.55	0.36679389

7	6	1	6	2.71	1.07900369
8	7	1	7	0.96	0.00166667
n=8		$\sum_{i=1}^n f(x_i) = 100$	$\sum_{i=1}^n x_i f(x_i) = 248$		$\sum_{i=1}^n \frac{[f(x_i) - NP_p(x_i, \bar{x})]^2}{NP_p(x_i, \bar{x})} = 5.07003972$

$N = \sum_{i=1}^n f(x_i) = 100$ medidas $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i f(x_i) = 2.48$ cuentas/10s	$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n f(x_i)(x_i - \bar{x})^2} \cong 1.374$
Grados de libertad: $\nu = n - 2 = 6$ $P(\chi^2 > \chi_0^2) \cong 45\%$ No hay motivo para dudar que los datos se ajustan bien a una distribución de Poisson	
Fondo radiactivo ambiental: $\bar{x} \pm \sigma_x = \bar{x} \pm \frac{s}{\sqrt{N}} = 2.48 \pm 0.14$ cuentas /10s	



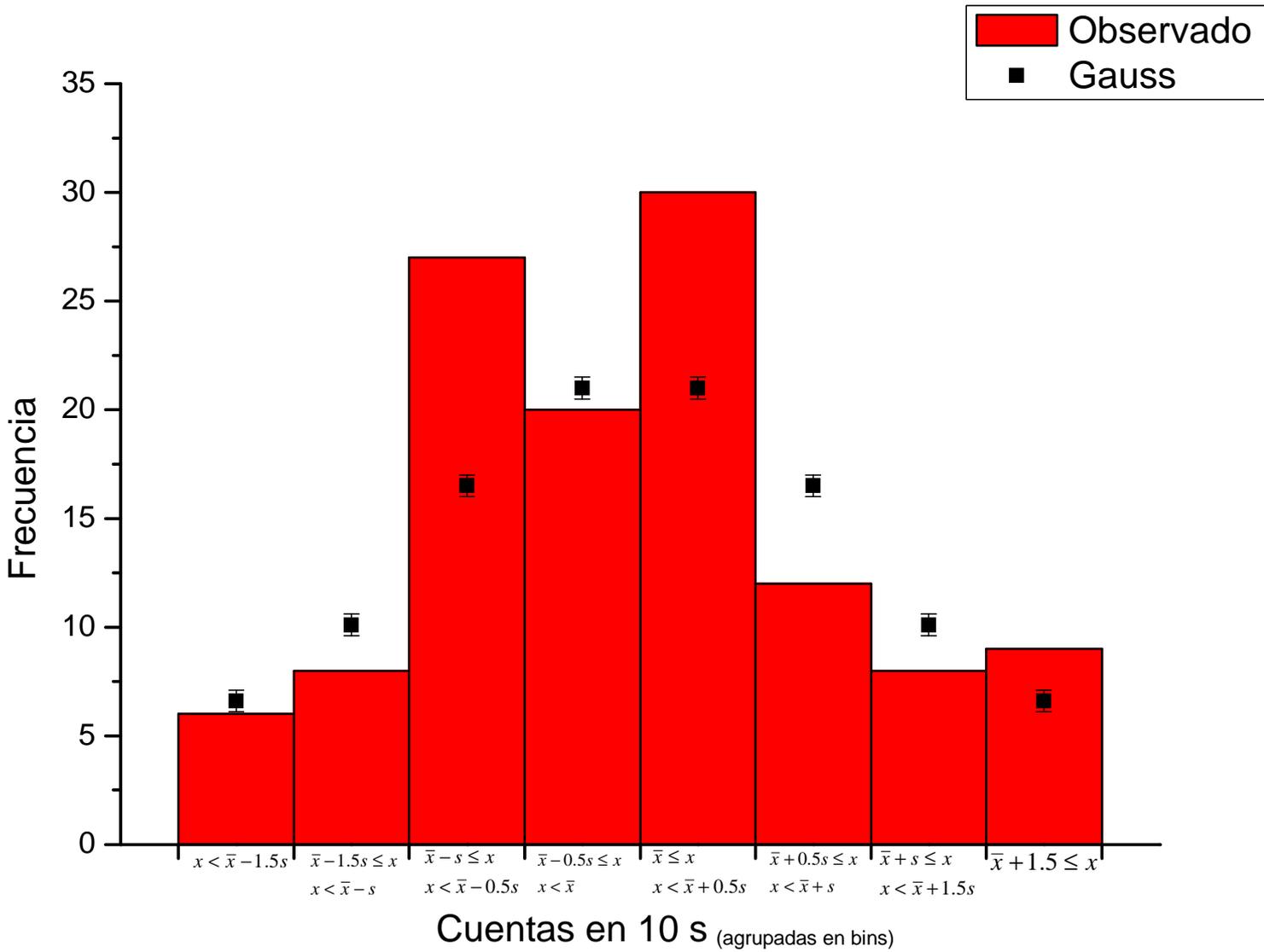
Muestra radioactiva Ra-266

	i	x_i c/10s	$f(x_i)$	$x_i f(x_i)$	$NP_G(x_i, \bar{x}, s)$	Observados	Esperados
$x < \bar{x} - 1.5s$	1	13	1	13	1.62	6	6.6
	2	14	5	70	2.22		
$\bar{x} - 1.5s \leq x$ $x < \bar{x} - s$	3	15	2	30	2.92	8	10.1
	4	16	2	32	3.73		
	5	17	4	68	4.61		
$\bar{x} - s \leq x$ $x < \bar{x} - 0.5s$	6	18	10	180	5.50	27	16.5
	7	19	9	171	6.34		
	8	20	8	160	7.08		
$\bar{x} - 0.5s \leq x$ $x < \bar{x}$	9	21	10	210	7.64	20	21.0
	10	22	10	220	7.97		
$\bar{x} \leq x$ $x < \bar{x} + 0.5s$	11	23	6	138	8.04	30	21.0
	12	24	2	48	7.84		
	13	25	12	300	7.40		
$\bar{x} + 0.5s \leq x$ $x < \bar{x} + s$	14	26	4	104	6.75	12	16.5
	15	27	4	108	5.95		
	16	28	4	112	5.07		
$\bar{x} + s \leq x$ $x < \bar{x} + 1.5s$	17	29	6	174	4.18	8	10.1
	18	30	2	60	3.33		
$\bar{x} + 1.5 \leq x$	19	31	5	155	2.57	9	6.6
	20	32	1	32	1.92		
	21	34	1	34	0.96		
	22	37	1	37	0.26		

23	47	1	47	0		
n=23		$\sum_{i=1}^n f(x_i) = 110$	$\sum_{i=1}^n x_i f(x_i) = 2503$			

	$\frac{[f(x_i) - NP_G(x_i, \bar{x})]^2}{NP_G(x_i, \bar{x})}$
(1) $x < \bar{x} - 1.5s$	0.05454545
(2) $\bar{x} - 1.5s \leq x < \bar{x} - s$	0.43663366
(3) $\bar{x} - s \leq x < \bar{x} - 0.5s$	6.68181818
(4) $\bar{x} - 0.5s \leq x < \bar{x}$	0.04761905
(5) $\bar{x} \leq x < \bar{x} + 0.5s$	3.85714286
(6) $\bar{x} + 0.5s \leq x < \bar{x} + s$	1.22727273
(7) $\bar{x} + s \leq x < \bar{x} + 1.5s$	0.43663366
(8) $\bar{x} + 1.5s \leq x$	0.87272727
$\sum_{i=1}^n \frac{[f(x_i) - NP_G(x_i, \bar{x})]^2}{NP_G(x_i, \bar{x})} = 14.4871201$	

$N = \sum_{i=1}^n f(x_i) = 110 \text{ medidas}$ $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n x_i f(x_i) = 22.76 \text{ cuentas/10s}$	$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^n f(x_i)(x_i - \bar{x})^2} \cong 5.4540$
<p>Grados de libertad: $\nu = n - 3 = 5$ $P(\chi^2 > \chi_0^2) \cong 98.6\%$</p> <p>No hay motivo para dudar que los datos se ajustan a una distribución de Gauss</p>	
<p>Muestra radioactiva Ra-226 $\bar{x} \pm \sigma_x = \bar{x} \pm \frac{s}{\sqrt{N}} = 22.76 \pm 0.5 \text{ cuentas/10s}$</p>	



Conclusión

En esta práctica se ha comprobado que la radiación producida por la radiactividad es un proceso aleatorio como demuestra que se comporte bien bajo distribución de Gauss y Poisson.

REFERENCIAS

- (*1)<http://www.csn.es>
- (*2)<http://es.wikipedia.org>