

Práctica 17. Radiactividad.

OBJETIVOS

- Medir la radiación medioambiental.
- Determinar la radiación de una fuente radiactiva concreta.
- Analizar la existencia de tres tipos de radiación natural.
- Estudiar cómo varía la radiación con la distancia, entre el detector y la fuente emisora de radiaciones.

MATERIAL

- **Base plana metálica** con agujeros en forma de cuadrículas : *Esta base nos servirá para colocar todo el material usado excepto el contador digital.*
- **Fuente radiactiva con soporte** : *Elemento radiactivo.*
- **Tubo contador en soporte** : *Cámara sensible a las radiaciones.*
- **Contador digital** : *Contador de impulsos enviados por la cámara.*
- **Cable blindado.**
- **Láminas** absorbentes de aluminio y plomo.
- **Regla** : *Para estudiar la variación de la radiación con la distancia.*
- **Cronómetro.**

FUNDAMENTO

La radiactividad consiste en la desintegración espontánea de núcleos atómicos, con la emisión de partículas o radiaciones electromagnéticas. Existen diferentes tipos de radiación con diferente poder de penetración en la materia. Así podemos distinguir las siguientes clases.

Radiación alfa (α). Es absorbida por pocos centímetros de aire o por unas pocas hojas de papel. Estas radiaciones están compuestas por núcleos de Helio con dos protones y dos neutrones, y su carga es positiva.

- **Radiación beta** (β). Mucho más penetrante que la radiación alfa, es absorbida por pocos milímetros de metal. Está compuesta por electrones rápidos y su carga por lo tanto es negativa.
- **Radiación gamma** (γ). Esta radiación es de naturaleza electromagnética. Su poder de penetración es altísima.

El funcionamiento de la cámara que detecta las radiaciones es básicamente sencillo. Consiste en un tubo lleno de gas y en contacto con dos electrodos. Al recibir una radiación el gas queda momentáneamente ionizado y se convierte en conductor eléctrico, fluyendo así la corriente por el circuito. El impulso es registrado en el contador.

DATOS Y RESULTADOS

a) Determinación de la radiación ambiental

Preparamos el contador procurando que no esté enfrente ningún objeto cercano a él. Contamos los impulsos que se producen en un minuto, y realizamos cerca de 50 medidas, ya que la dispersión es enorme.

Por ejemplo; en las tres primeras medidas:

Tabla para comprobar que la dispersión es muy grande.

Medida	Impulsos por minuto	Media con error absoluto	Dispersión %
1	21		
2	14	17,33 $\pm$ 1.11	40,38 $\pm$ 1.75
3	17		

La dispersión que obtenemos es tan grande, que nos vemos obligados a realizar un gran número de medidas, para así, conseguir disminuir el error, esa es la causa de que realicemos 50 pruebas.

A continuación, representamos en un histograma la frecuencia de los impulsos, y la curva gaussiana, el histograma lo calculamos contando el número de veces que aparece una misma medida.

La curva de Gauss la calculamos con la fórmula siguiente:

En esta tabla explicamos los datos de la expresión anterior, y la fórmula con la que se obtienen.

Notación	Significado	Fórmula
$n(x)$	Frecuencia de aparición del valor X	
N	número de medidas	
x	valor que estamos tratando	
	valor medio (:frecuencia)	Para las gráficas
$\bar{x}$	desviación estándar	
$\bar{x}^2$	varianza	

Esta tabla, contiene los datos para calcular la media y los errores que necesitamos, para dibujar la curva de Gauss.

X	8	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	25	26	Suma
Y	1	4	2	3	2	6	6	5	7	3	4	1	3	1	1	1	50
X $\cdot$ Y	8	40	22	36	26	84	90	80	119	54	76	20	63	22	25	26	791

Número de datos N	50
Media < X >	15,82
Varianza $\bar{x}^2$	14,31
Desviación estándar $\bar{x}$	3,78
Error asociado a la media	0,53

Teniendo ahora los datos necesarios para obtener la curva de Gauss, calculamos los resultados y los presentamos en la siguiente tabla.

Tabla con los datos para la gráfica, calculados.

Impulsos / minuto	Veces que se repite	Valores para la curva de Gauss
Eje X	Eje Y1	Eje Y2
8	1	0.52

10	4	1.62
11	2	2.34
12	3	3.17
13	2	4.00
14	6	4.70
15	6	5.15
16	5	5.27
17	7	5.03
18	3	4.47
19	4	3.71
21	1	2.87
22	3	2.07
23	1	1.39
25	1	0.28
26	1	0.15

Gráfica que corresponde a la radiación natural detectada en el laboratorio.

La media de la radiación ambiental, será entonces;

$$\langle X \rangle \pm 15,82 \pm 0,53$$

a la que le asociamos el error correspondiente al de la media, de una distribución gaussiana.

b) Determinación de la radiación emitida por la fuente radiactiva.

En este segundo apartado, colocamos la fuente radiactiva sobre un soporte, y medimos con el contador, el número de impulsos que se producen, esta vez en 30 segundos, la distancia del contador a la muestra radiactiva es de 3 cm, realizamos esta vez 100 medidas.

Representaremos en un histograma la frecuencia de los impulsos, agrupados en intervalos de 10 en 10, y en el mismo gráfico, la curva gaussiana.

Utilizamos las mismas fórmulas que la vez anterior, para nuestros cálculos.

Número de datos N	100
Media $\langle X \rangle$	1112,67
Varianza $\bar{X}^2$	1342,58
Desviación estándar $\bar{X}$	36,64
Error asociado a la media	3,66

Teniendo ahora los datos necesarios para obtener la curva de Gauss, calculamos los resultados y los presentamos en la siguiente tabla.

Tabla con los datos para la gráfica, calculados.

Impulsos / minuto	Veces que se repite	Media de los datos en cada intervalo	Valores para la curva de Gauss
Eje X	Eje Y1		

			Eje Y2
1020 - 1030	1	1025,00	0,6221
1031 - 1040	1	1040,00	1,5234
1041 - 1050	3	1045,67	2,0460
1051 - 1060	7	1054,29	3,0599
1061 - 1070	3	1066,33	4,8937
1071 - 1080	9	1075,00	5,7541
1081 - 1090	6	1087,00	8,5192
1091 - 1100	9	1096,33	9,8576
1101 - 1110	12	1105,08	10,6571
1111 - 1120	11	1116,73	10,8215
1121 - 1130	16	1126,00	10,1901
1131 - 1140	6	1137,00	8,7340
1141 - 1150	5	1143,25	7,6861
1151 - 1160	3	1152,33	6,0611
1161 - 1170	2	1155,00	5,5866
1171 - 1180	3	1165,00	3,9269
1181 - 1190	1	1174,00	2,6828
1191 - 1200	0	1186,00	1,4697
1201 - 1210	1	1214,00	0,2378
1211 - 1220	1	1201,00	0,5957

Gráfica que corresponde a la radiación de la muestra.

La media de la radiación de la muestra, será; entonces;

$$\langle X \rangle = 1112,67 \pm 3,66$$

a la que le asociamos el error correspondiente al de la media, de una distribución gaussiana.

c) Observación de los diferentes tipos de radiación.

Colocamos la muestra radiactiva a una distancia aproximadamente de 7 cm. del tubo contador. Contamos los impulsos que se producen a lo largo de tres minutos (realizamos tres medidas). Después, colocamos una hoja de papel entre la fuente de radiación y el tubo, y contamos otros tres minutos. Por último colocamos dos láminas de aluminio, entre ambos objetos, y realizamos la misma operación.

Relación de la radiación obtenida, para las diferentes pruebas.

	Medida	Media		Porcentajes de radiación
Sin nada	963	1010,00 $\pm$ 34,00		100 - (71,90) = 28,10 %
	1061			
	1006			
Papel	763	791,67 $\pm$ 19,11		100 - (28.10+14,96)= 56.94 %

	795			
	817			
Aluminio	156			
	176	164,67 $\pm$ 7,56		
	162			

Radiaci3n:

$$\hat{I}_{\pm} = 28.10 \%$$

$$\hat{I}^2 = 56.94 \%$$

$$\hat{I}^3 = 14.96 \%$$

Hemos creído conveniente calcular el error relativo y así comprobar que aunque los errores son números grandes, el cálculo del error relativo demuestra que no lo son tanto en relación con la medida.

d) Alcance de la radiaci3n en el aire.

Colocamos el contador a una distancia de 1 cm. de la fuente radiactiva, contamos los impulsos producidos durante dos minutos, repetimos la misma operaci3n hasta una distancia de 15 cm. (separamos el tubo 1 centímetro cada vez). Luego haremos la representaci3n gráfca de $x=f(1/d^2)$.

Distancia en cm.	Radiaci3n	Media	Error relativo
1	19998	19942,67 $\pm$ 51,55	0,26
	19896		
	19934		
2	9111	9072 $\pm$ 63,27	0,70
	9106		
	8999		
3	4711	4705 $\pm$ 6,56	0,14
	4698		
	4706		
4	3085	3107,67 $\pm$ 81,40	2,62
	3040		
	3198		
5	1996	1991 $\pm$ 34,77	1,75
	1954		
	2023		

6	1491	1445,67 $\hat{A}$ $\pm$ 47,65	3,30
	1450		
	1396		
7	991	969,33 $\hat{A}$ $\pm$ 28,54	2,94
	937		
	980		
8	803	788,33 $\hat{A}$ $\pm$ 34,43	4,37
	749		
	813		
9	664	630 $\hat{A}$ $\pm$ 33,51	5,32
	597		
	629		
10	598	568,33 $\hat{A}$ $\pm$ 39,88	7,02
	584		
	523		
11	474	485 $\hat{A}$ $\pm$ 10,54	2,17
	486		
	495		
12	362	341,6724,13	7,06
	348		
	315		
13	314	321,33 $\hat{A}$ $\pm$ 26,76	8,33
	351		
	299		
14	314	334,67 $\hat{A}$ $\pm$ 29,94	8,95
	321		
	369		
15	232	232 $\hat{A}$ $\pm$ 13,00	5,60
	245		
	219		

Representamos en la gráfica la fórmula:

Los datos del eje X están expresados en m-1

Coefficiente de correlación = 0,9759

Error de la pendiente = 0,00

Error de la ordenada = 2.16

Conclusión

La práctica, en cuanto a realización en el laboratorio no contiene dificultad, luego la realización de la misma es mucho mas costosa, debido a los cálculos y ajustes que se deben hacer.

En la gráfica que corresponde a la radiación natural, vemos que el ajuste de Gauss, define una curva característica de dicha distribución, no se observan en ella demasiados datos irregulares. Al contrario sucede en la gráfica nº 2, en la cual a pesar de definirse una curva, se ven mas irregularidades que en la otra.