

Física Experimental IV

Práctica VII Distribución de Poisson

Funes, Gustavo
Giordano, Leandro
Gulich, Damían
Sotuyo, Sara

Departamento de Física – Facultad de Ciencias Exactas – UNLP

Sinopsis

Se comparará la distribución del número de desintegraciones de una fuente radiactiva con la distribución de Poisson.

Introducción

Dado un experimento que consta de N ensayos, si se cumple que:

- 1) cada ensayo tiene dos resultados posibles: éxito o fracaso
- 2) los ensayos son independientes
- 3) la probabilidad de éxito se mantiene constante para cada ensayo.

Si X es el número de éxitos en los N ensayos, entonces X tiene una distribución binomial $B(N, p)$, donde p es la probabilidad de éxito.

La función de probabilidad de X es

$$P(X=x) = \binom{N}{x} \cdot p^x \cdot (1-p)^{N-x}$$

que indica cuál es la probabilidad de que X sea igual a x , es decir la probabilidad de que se produzcan x éxitos.

Cuando N es grande y p pequeño la distribución de X puede aproximarse a la distribución de Poisson con esperanza igual a $\lambda=N \cdot p$. Así, la distribución de probabilidad de X puede aproximarse a:

$$P(X=x) = \frac{\lambda^x \cdot e^{-\lambda}}{x!}$$

En el análisis de la desintegración radiactiva:

- 1) si se considera que el átomo se desintegra o no, se tienen dos resultados posibles. Se desintegra (éxito) y no se desintegra (fracaso).
- 2) La probabilidad de éxito (de que cada átomo se desintegre) es la misma para cada átomo, pues son átomos idénticos.
- 3) Los ensayos son independientes.
- 4) El tiempo de observación es pequeño comparado con la vida media, por lo que la probabilidad de éxito es constante.
- 5) Se cuenta con un número grande de ensayos.

Se puede decir que si X es igual al número de desintegraciones que se producen por unidad de tiempo, entonces X tiene aproximadamente una función de probabilidad:

$$P(X=x) = \frac{\lambda^x \cdot e^{-\lambda}}{x!}$$

donde λ es igual $p \cdot dt$, probabilidad de detección en la desintegración en el tiempo dt .

Procedimiento Experimental

Para la realización de esta experiencia se utilizó un dispositivo cuyo esquema se da a continuación:



Figura 1: Esquema del dispositivo empleado.

Se tomaron medidas del número de desintegraciones cada 10 milisegundos, intervalo de tiempo muy pequeño; para este experimento se utilizó la radiación de fondo.

La radiación que llega al detector (fotomultiplicador) sale como corriente eléctrica. Esta es luego amplificada y como la corriente tiene asociado un potencial, se puede medir la energía de dicho pulso. La salida del amplificador se conecta a un analizador monocanal, que solo detecta los pulsos de entrada que pertenecen a cierto voltaje seleccionado. Dicho voltaje (ventana de energía que se va a medir) se seleccionó previamente, conectando el analizador monocanal a un osciloscopio. Se conectó el analizador monocanal a un multiescalímetro, cuya función es contar para cada intervalo de tiempo (en este caso 10 milisegundos) el número de desintegraciones. Esta información se va almacenando en cada uno de sus canales. De este modo se obtiene un número grande de registros de las desintegraciones que ocurren en intervalos de 10 milisegundos (en este caso 4019).

Para calcular los valores teóricos se calculó el promedio del número de desintegraciones cada 10 ms y se utilizó dicho valor como estimador del parámetro de la distribución de Poisson. Para poder comparar estos valores con los datos experimentales se normalizó el histograma. En los resultados se presentan las tablas correspondientes.

Resultados

| | Datos teóricos | Datos experimentales |
|-------|----------------|----------------------|
| P(0) | 8,74E-05 | 0 |
| P(1) | 8,17E-04 | 2,48E-04 |
| P(2) | 3,80E-03 | 4,97E-04 |
| P(3) | 1,18E-02 | 8,71E-03 |
| P(4) | 2,70E-02 | 2,20E-02 |
| P(5) | 5,00E-02 | 5,00E-02 |
| P(6) | 8,00E-02 | 8,10E-02 |
| P(7) | 1,08E-01 | 1,07E-01 |
| P(8) | 1,26E-01 | 1,30E-01 |
| P(9) | 1,31E-01 | 1,38E-01 |
| P(10) | 1,22E-01 | 1,37E-01 |
| P(11) | 1,04E-01 | 1,09E-01 |
| P(12) | 8,10E-02 | 7,94E-02 |
| P(13) | 5,80E-02 | 6,22E-02 |
| P(14) | 3,90E-02 | 3,61E-02 |
| P(15) | 2,42E-02 | 1,54E-02 |
| P(16) | 1,40E-02 | 1,27E-02 |
| P(17) | 7,77E-03 | 7,71E-03 |
| P(18) | 4,03E-03 | 2,49E-03 |
| P(19) | 1,98E-03 | 9,95E-04 |

Tabla 1.

Conclusiones

Se puede decir que el número de desintegraciones en un intervalo de tiempo dado se ajusta la distribución de Poisson, porque los valores experimentales se aproximan a los valores teóricos calculados utilizando como estimador de λ el valor promedio de los datos considerados ($\lambda=9,345$).