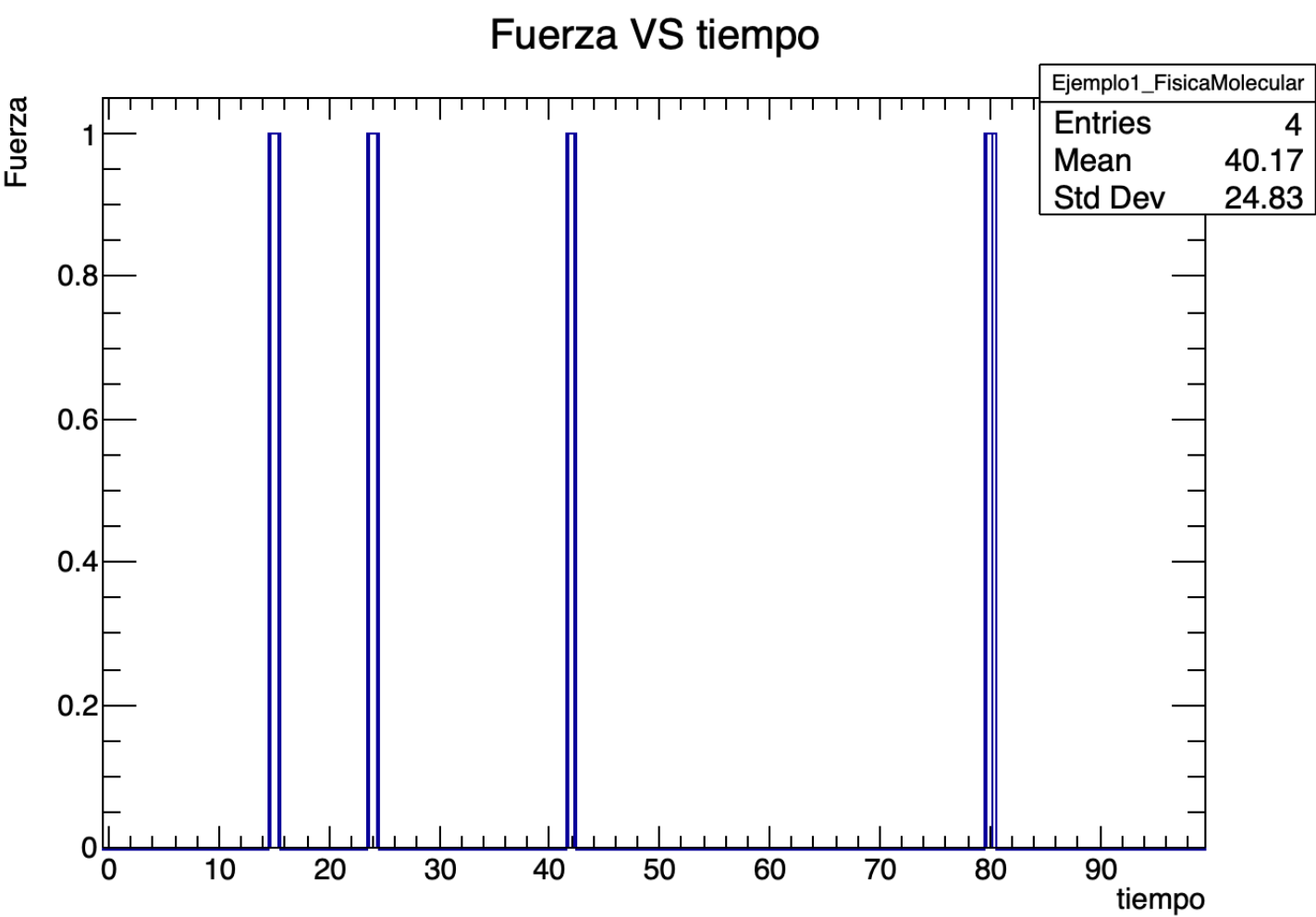


Límite termodinámico

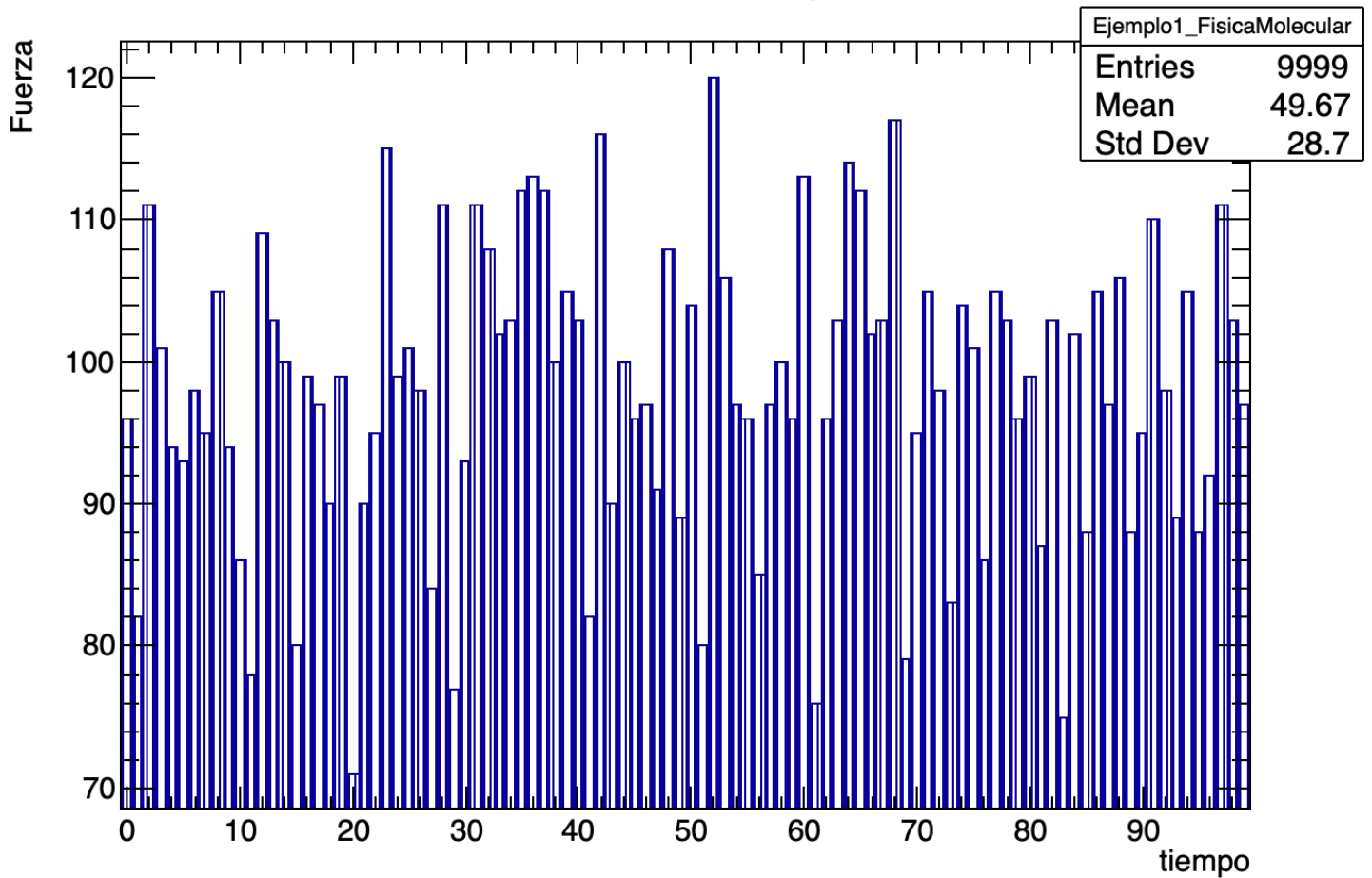
Un paseo en el bosque

Imagina que estás realizando un paseo en un bosque de coníferas. Cuando de repente te percatas que lloverá. Por este motivo te refugias bajo un pequeño techo plano. Con el paso del tiempo escuchas cómo las gotas de lluvia golpean aleatoriamente al techo. Cada una de estas gotas tiene un momento que es transferido al techo por lo cual se ejerce un impulso al mismo. Imagina que conoces a la masa y velocidad de cada gota al momento del impactar al techo. Entonces, podrías estimar la magnitud de la fuerza que cada gota ejerce sobre el techo. Asumamos que la fuerza siempre es perpendicular a la superficie del techo. La gráfica de la fuerza respecto al tiempo se muestra en la siguiente figura:



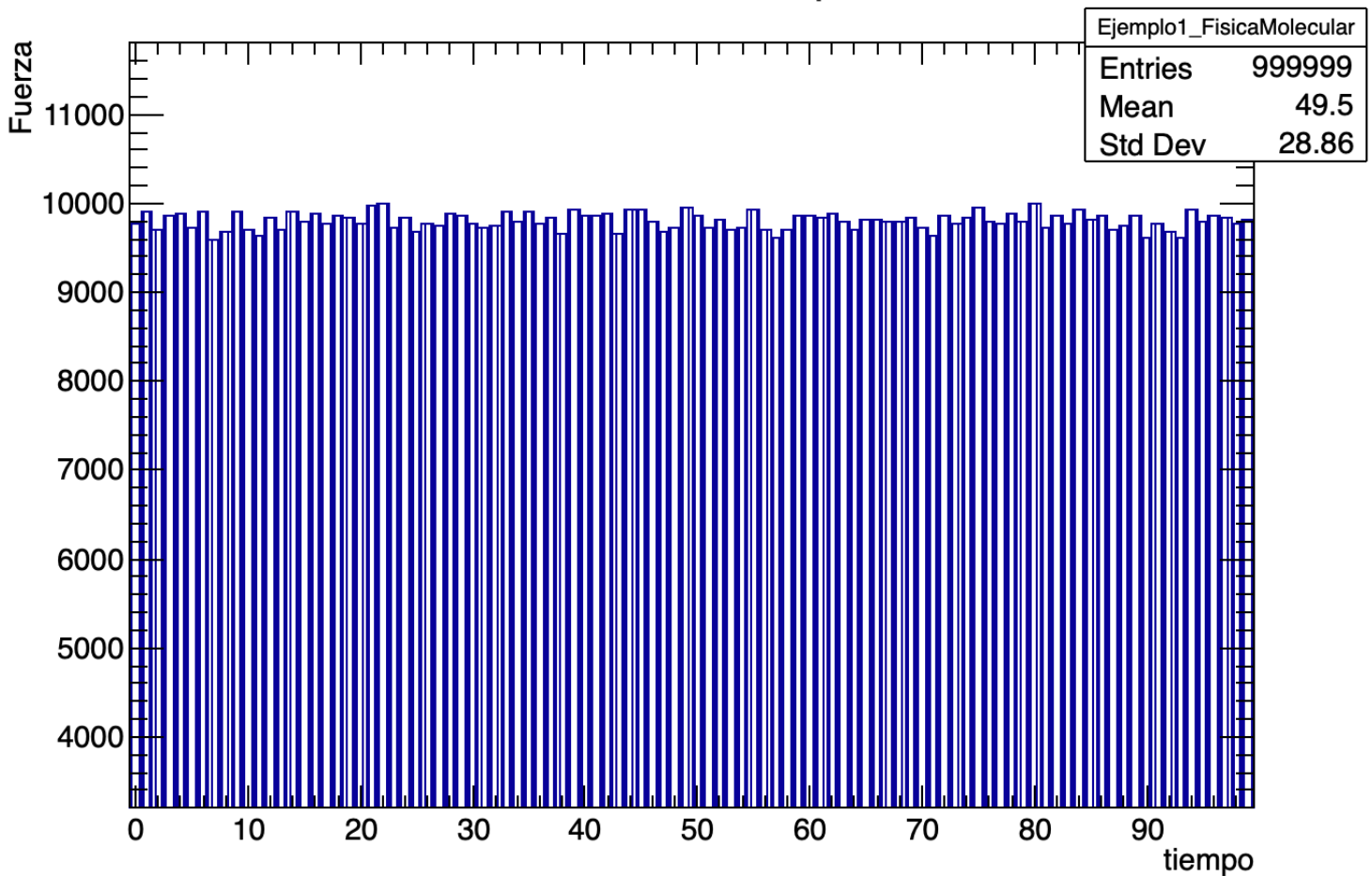
Ahora imagina que el área del techo se incrementa en un factor de mil. En este caso muchas más gotas de lluvia impactarán al techo a lo largo del tiempo. Al graficar a la fuerza respecto al tiempo obtenemos el siguiente resultado

Fuerza VS tiempo



Finalmente imagina que el área del techo se incrementa por un factor de mil respecto al caso anterior. Notamos que se incrementará el número de gotas que impactan al techo que te está protegiendo. Nuevamente grafiquemos a la fuerza respecto al tiempo. El resultado se muestra en la figura siguiente

Fuerza VS tiempo



Para cada caso, los gráficos muestran que la fuerza **se incrementa en promedio** conforme el área del techo se va haciendo más grande. Al mismo tiempo el valor de la fuerza se acerca más a su promedio. En cada caso notarás además que las fluctuaciones se suavizan conforme se incrementa el área del techo.

Tal vez es conveniente que fijemos nuestra atención ahora en la presión, la cual está definida como

$$presion = \frac{fuerza}{area}$$

Seguindo la idea de la discusión anterior, la presión promedio debida a las

gotas que impactan el techo no cambiará cuando el área del techo se incremente mientras que las fluctuaciones de la presión desaparecerán. En el límite cuando el área tiende al infinito, las fluctuaciones en la presión pueden ser despreciadas.

Ahora imaginemos a las moléculas de un gas que están constantemente rebotando dentro de un contenedor. En cada evento donde las moléculas impacten a las paredes del contenedor, éstas ejercerán un impulso sobre las mismas. El efecto de los impulsos es la presión que ejerce cada molécula sobre la pared del contenedor (fuerza por unidad de área). Si el contenedor es pequeño, las fluctuaciones de la presión no serán despreciables. En general, el número de moléculas del gas es extremadamente grande (recuerda al número de Avogadro). Por lo tanto, si el número de moléculas es extremadamente grande, las fluctuaciones en la presión pueden ser ignoradas de tal forma que la presión del gas se

puede considerar como uniforme. Mientras el número de moléculas tiende al infinito la densidad del gas es constante.

Los dos ejemplos anteriores nos sirven para ilustrar la idea del límite termodinámico: en un sistema físico de muchas moléculas (o partículas) donde se considera que el volumen (V) es proporcional al número de moléculas (N), el cociente de N/V es constante. En este tipo de sistemas las fluctuaciones de cantidades físicas de las moléculas pueden ser despreciadas (son insignificantes) mientras que el promedio de las mismas puede estimarse a partir de variables macroscópicas (como la temperatura).

Consideremos ahora que se tiene un gas dentro de un contenedor cuyo volumen es V , su presión es p , su temperatura es T y la suma de la energía cinética de todas las moléculas es U . Si dividimos al contenedor en dos partes iguales, el volumen de cada mitad será $V^*=V/2$ y la energía cinética de las moléculas es $U^*=U/2$. La presión y temperatura en cada mitad será la misma que se tenía originalmente. Es decir, $p^*=p$ y $T^*=T$.

Vemos que hay cantidades que dependen del tamaño del sistema como el volumen y la energía (variables extensivas). Por otra parte hay cantidades que no dependen del tamaño del sistema como la presión y temperatura (variables intensivas).

Comentarios finales

- **Teoría cinética de los gases**: intenta determinar las propiedades de los gases en base a las distribuciones de probabilidad asociadas con el movimiento de las moléculas en el gas (**este curso**).
- **Termodinámica clásica**: estudia las propiedades macroscópicas, como presión y temperatura, sin considerar los fenómenos a escala microscópica. Se aplica a sistemas que son lo suficientemente grandes como para despreciar las fluctuaciones a nivel microscópico. No es necesario asumir que la materia tenga alguna estructura en particular.
- **Física estadística**: intenta hacer una descripción individual de los estados microscópicos de un sistema para usar posteriormente métodos estadísticos para estudiar propiedades macroscópicas del sistema.