Distribuciones moleculares

La presión, *p*, de un gas cuyo volumen es *V* (el cual tiene *N* moléculas) depende de su temperatura a través de la ecuación de estado, la cual se puede representar en una forma general como

$$p = f\,(T, V, N)$$

donde f es alguna función. Un ejemplo de este tipo de ecuaciones de estado es la del gasi ideal

$$pV = Nk_B T$$

Daniel Bernoulli intentó dar una explicación a la Ley de Boyle al considerar que los gases estan formados por pequeñas partículas (moléculas). En su tiempo esta idea fue controversial. En esta sección llegaremos a la ecuación de estado del gas ideal usando la Teoría Cinética de los gases (distribución de Maxwell-Boltzmann).

Para ello, sea *n* el número de moléculas por unidad de volumen en un gas. Entonces, el número de moléculas por unidad de volumen que viajan con una rapidez entre *v* y *v+dv* está dada por *nf(v)dv.*

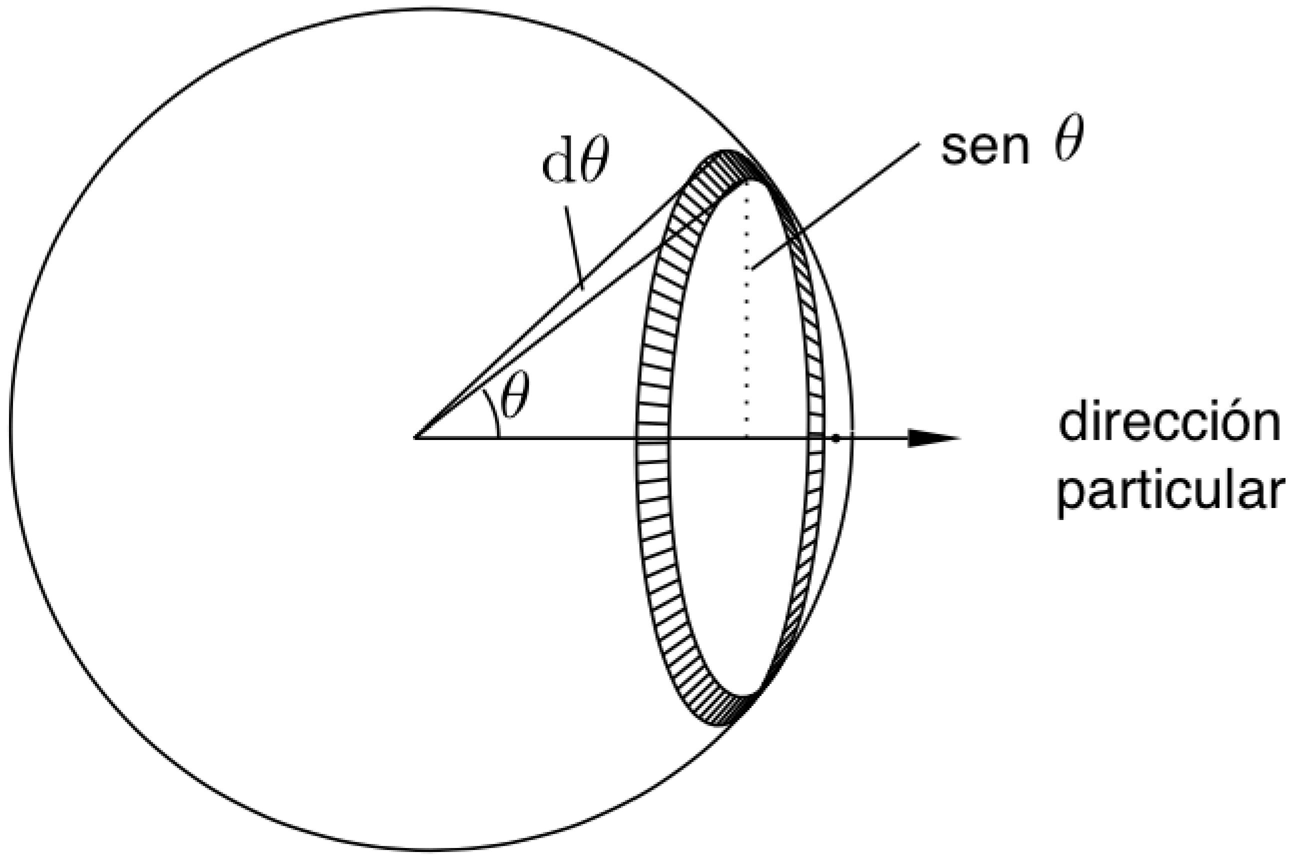
Si es igualmente probable que todas las moléculas viajen en cualquier dirección, la fracción de moléculas que se encuentra en un elemento diferencial de ángulo sólido $d\Omega$ será

$$\frac{d\Omega}{4\pi}$$

Ahora si elegimos a una dirección particular , el ángulo sólido correspondiente a las moléculas que viajan entre los ángulos θ y $\theta + d\theta$ estará dado por

$$d\Omega = 2\pi sen\theta d\theta$$

una idea geométrica la encuentras en la siguiente figura



esto implica que

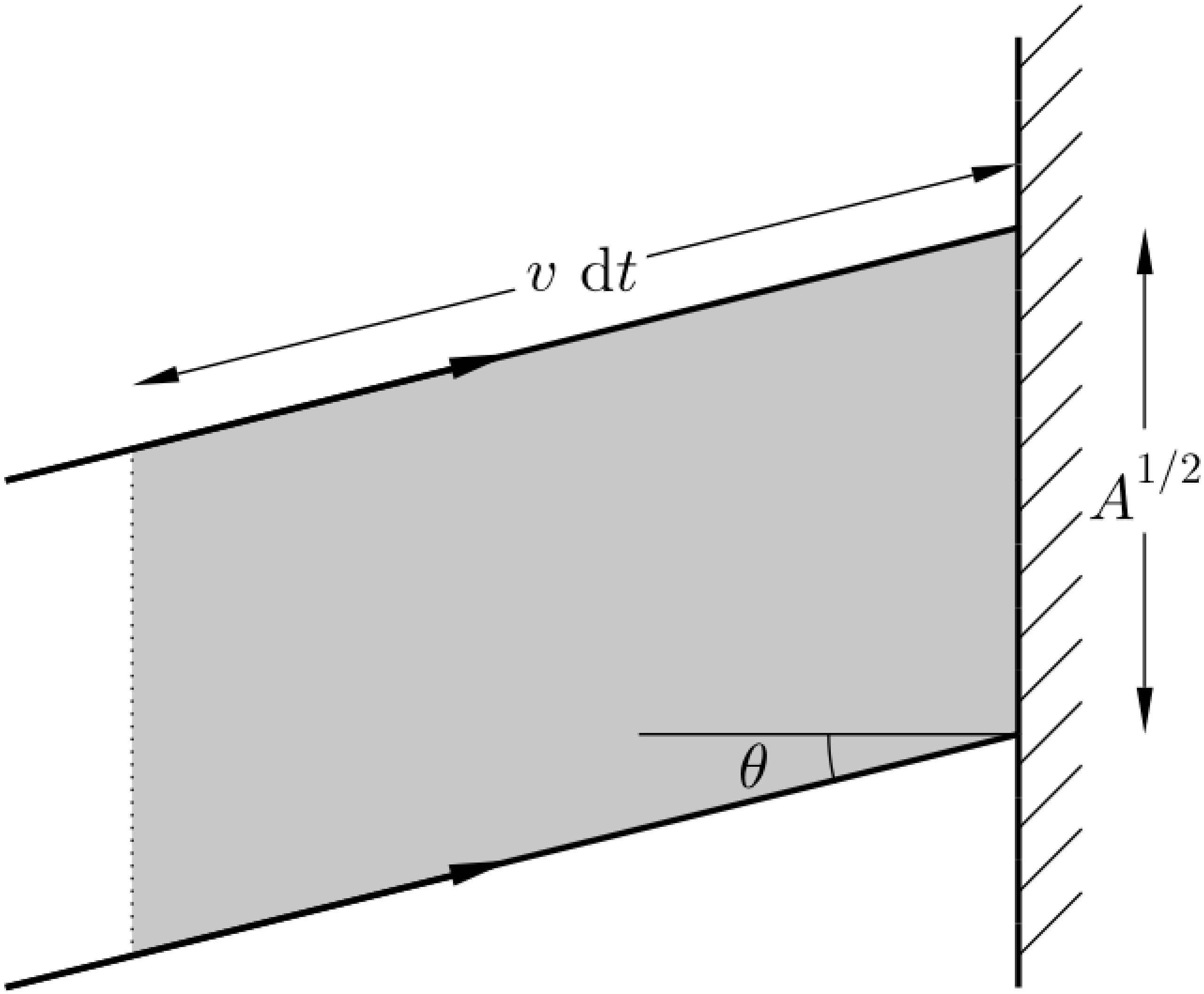
$$\frac{d\Omega}{4\pi} = \frac{1}{2} sen\theta d\theta$$

Por lo tanto el número de moléculas por unidad de volumen que tienen rapidez entre *v* y *v* + *dv* que viajan entre los ángulos θ y $\theta + d\theta$ será

$$nf(v)\,dv\,\frac{1}{2} sen\theta d\theta$$

Supongamos ahora que esa dirección particular sea de tal forma que las moléculas se dirijan a un muro de área *A* (ver siguiente imagen). En un tiempo dt , las moléculas que viajan con un ángulo θ respecto a la normal con el muro estarán en un volumen

$$Avdt\cos\theta$$



si multiplicamos este resultado por el número de moléculas por unidad de volumen, tendremos el número de moléculas que impactan al muro de área A en un tiempo dt. Es decir,

$$Avdt\cos\theta nf(v)\,dv\frac{1}{2}sen\theta d\theta$$

Por lo tanto, el número de moléculas que impactan al muro por unidad de área por unidad de tiempo y que tienen rapidez entre v y v + dv con ángulos entre θ y $\theta + d\theta$ está dado por

$$v\cos\theta nf(v)\,dv\frac{1}{2}sen\theta d\theta$$

Este resultado será la base para la siguiente sección.