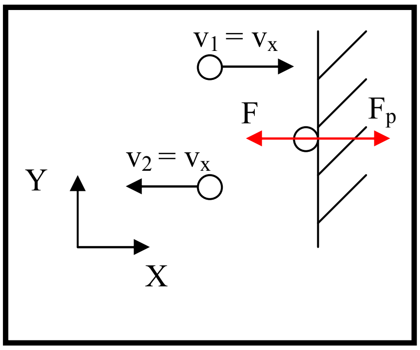
CONCEPTO DE PRESIÓN DE UN GAS IDEAL SOBRE UNA SUPERFICIE

Definición Gas Ideal (GI):
Un gas ideal es un sistema formado por N partículas de masa m, uniformemente repartidas en un recipiente de volumen V, con energía potencial mutua despreciable $U_{ij}=0$, porque la distancia de las partículas es grande dado que la densidad de partículas N/V es muy pequeña, con velocidades aleatorias en módulo y dirección.

Supongamos una simplificación del GI:
Todas las partículas tienen velocidad igual en módulo v_x en la dirección del eje X hacia la superficie S.
Teniendo en cuenta que cuando una partícula choca contra la pared S, el choque es elástico (sin pérdida de energía, el módulo de la velocidad se conserva, únicamente cambia el sentido de la velocidad), el impulso de la fuerza sobre la partícula en el Δt en que se produce el choque será igual a la variación de su cantidad de movimiento según:

$$\int_{t_1}^{t_2} \vec{F}\cdot dt = \Delta\vec{p} = m(\vec{v}_2 - \vec{v}_1)$$



De donde se deduce la ecuación escalar sobre el eje de las x:
$F\cdot\Delta t = m\cdot(-v_x - v_x) = -2mv_x$

$F = -\frac{2mv_x}{\Delta t}$, Fuerza que recibe la partícula en el choque

La fuerza que actúa sobre la pared debido al choque de una sola partícula será:

$$F_P = -F = \frac{2mv_x}{\Delta t}$$

Las partículas que chocarán en un Δt serán todas las que se encuentren a una distancia $\Delta x = v_x\cdot \Delta t$ de la superficie S, o lo que es lo mismo todas las partículas que se encuentren en un volumen $\Delta V = \Delta x\cdot S$
Teniendo en cuenta que la densidad de partículas (número de partículas por unidad de volumen es N/V), el número de partículas que chocarán en un Δt serán:

Nº partículas que chocan = $(N/V)\cdot(v_x\cdot\Delta t\cdot S)$

La fuerza total (F_T) sobre la superficie S, debido a todas las partículas que chocan en Δt:

$$F_T = (N/V)\cdot(v_x\cdot\cancel{\Delta t}\cdot S)\cdot\frac{2mv_x}{\cancel{\Delta t}}$$

$F_T = 2\cdot(N/V)\cdot m\cdot v_x^2\cdot S$

Supongamos que las velocidades de las partículas en x son diferentes v_{xi}

Calculemos la fuerza promedio:

$F = 2(N/V)\cdot m\cdot\langle v_x^2\rangle\cdot S$

donde $\cdot\langle v_x^2\rangle$ es la velocidad cuadrática promedio: $\langle v_x^2\rangle = \frac{\sum_{i=0}^{N} v_{xi}^2}{N}$

Supongamos que las partículas se mueven aleatoriamente en dirección y módulo de velocidad v_i con valor medio de v_i^2 igual a $<v^2>$.

Calculemos de nuevo la fuerza promedio, teniendo en cuenta que la proporción de velocidades en cada dirección es 1/3, y en cada sentido ½, luego:
$<v_x^2>=1/6 \cdot <v^2>$

La fuerza sobre la superficie S resulta:

$F = 1/6 \cdot 2(N/V) \cdot m \cdot <v^2> \cdot S$

$F = 1/3 \cdot (N/V) \cdot m \cdot <v^2> \cdot S$

Calculemos la presión promedio sobre S:

$P=F/S$

$P=1/3 \cdot (N/V) \cdot m \cdot <v^2>$

$P= 2/3 \cdot (N/V) \cdot (1/2 \cdot m \cdot <v^2>)$

$\boxed{P=2/3 \, (N/V) \cdot E_{cm}}$

La presión es función de la densidad de partículas y de la energía cinética de traslación media molecular del sistema GI.