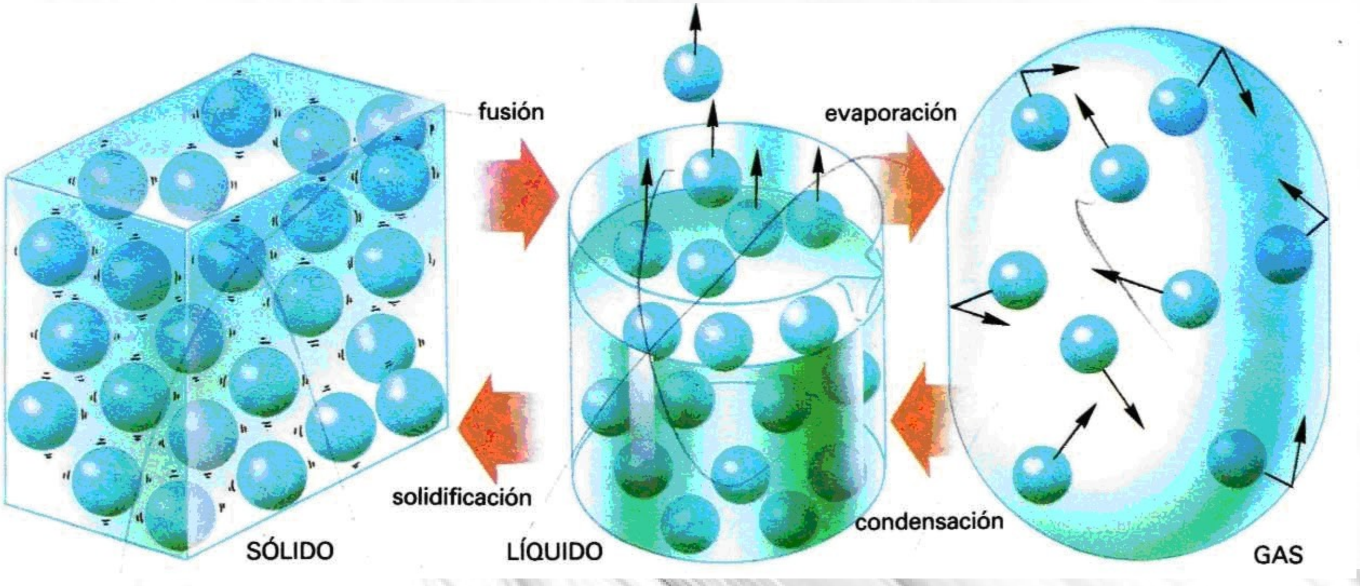
Teoría cinética de los gases



Modelo Molecular

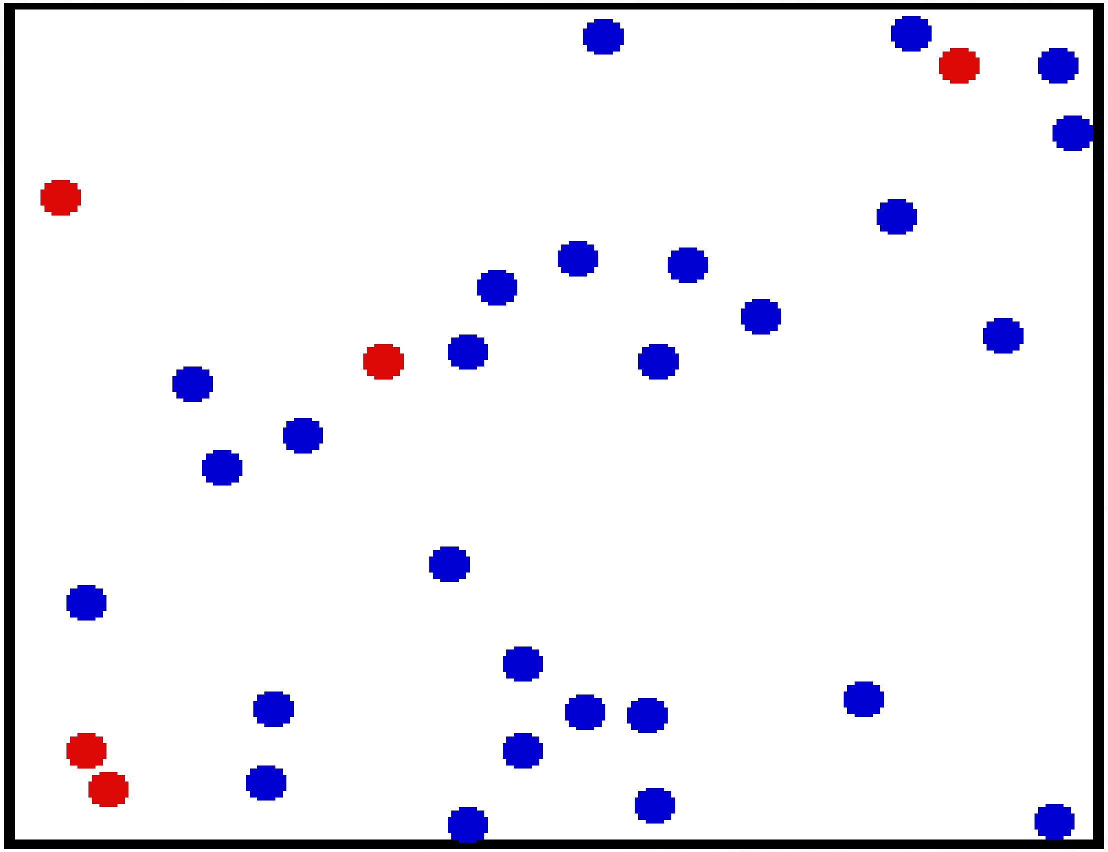
Teoría Cinética

- ***El número de moléculas es grande,*** así como la separación promedio entre ellas comparadas con sus dimensiones. El volumen de las moléculas es despreciable cuando se comparan con el volumen del recipiente.
- ***Las moléculas obedecen las leyes del movimiento de Newton***, pero como todo se mueven aleatoriamente, de esta manera cualquier molécula puede moverse en cualquier dirección y a cualquier velocidad. Un porcentaje se mueve a altas velocidades y otro a bajas velocidades
- La***s moléculas tienen colisiones elásticas*** y entre ellas y las paredes del recipiente.
- La ***fuerza entre moléculas son despreciable*** excepto durante una colisión
- El gas debe considerarse ***una sustancia pura.***

Modelo Molecular

Teoría Cinética

Modelo Molecular de un Gas Ideal

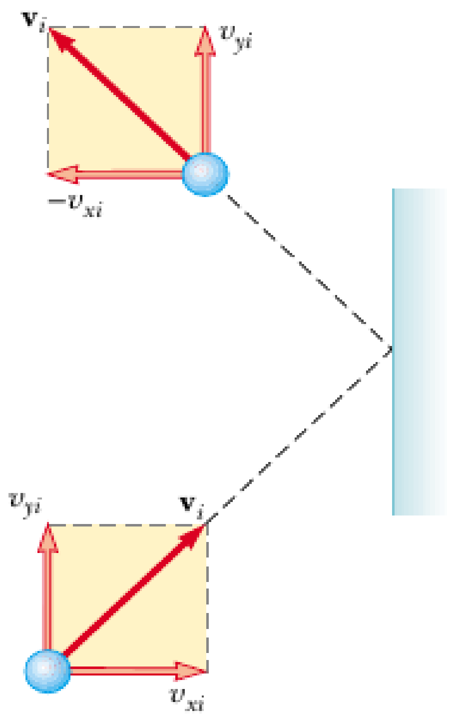


Los gases reales a menudo se comporta como un gas ideal, en condiciones donde no ocurren cambio de fase

Presión

Teoría Cinética

Modelo para la presión de un gas ideal compuesto por N moléculas



Active Figure 21.2 A molecule makes an elastic collision with the wall of the container. Its x component of momentum is reversed, while its y component remains unchanged. In this construction, we assume that the molecule moves in the xy plane.

$$\Delta p_x = -mv_x - (mv_x) = -2mv_x$$
$$F_1 \Delta t = \Delta p = 2mv_x$$

El tiempo que demora la partícula en volver a chocar con la pared, ha pasado un tiempo

$$\Delta t = 2d / v_x$$

Por lo tanto la fuerza aplicada a la pared por una sola colisión es:

$$F_1 = \frac{2mv_x}{\Delta t} = \frac{2mv_x}{2d/v_x} = \frac{mv^2{}_x}{d}$$

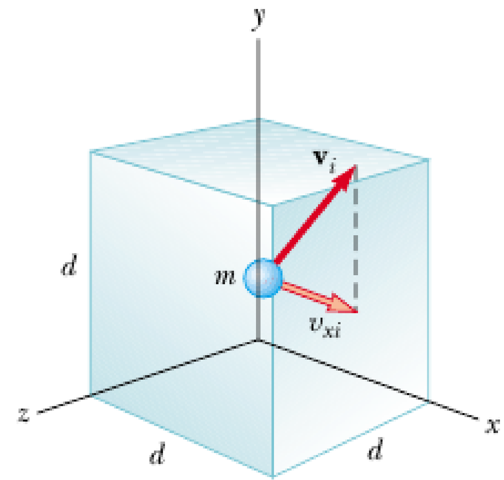


Figure 21.1 A cubical box with sides of length d containing an ideal gas. The molecule shown moves with velocity $\mathbf{v}_i$.

Presión

Teoría Cinética

La fuerza total ejercida sobre la pared por todas las moléculas se obtiene al sumar las fuerzas ejercidas por las moléculas de manera individual

$$F = \frac{m}{d}\left(v_{x1}^{\ 2} + v_{x2}^{\ 2} + \ldots\right)$$

Por lo tanto la suma de todas las moléculas termina cuando llegamos a N moléculas, porque en el recipiente hay **N** moléculas

$$\overline{v_x}^{2} = \frac{\left(v_{x1}^{\ 2} + v_{x2}^{\ 2} + \ldots\, v_{xN}^{\ 2}\right)}{N}$$

La fuerza total de todas las moléculas sería:

$$F = \frac{N\,m}{d}\,\overline{v_x}^{2}$$

Presión

Teoría Cinética

Ahora si pensamos en todas las moléculas del recipiente, tenemos componentes de la velocidad.

$$v^2 = v_x{}^2 + v_y{}^2 + v_z{}^2$$

$$\overline{v^2} = \overline{v_x{}^2} + \overline{v_y{}^2} + \overline{v_z{}^2},$$

$$\textit{pero los promedios de cada componente son iguales}$$

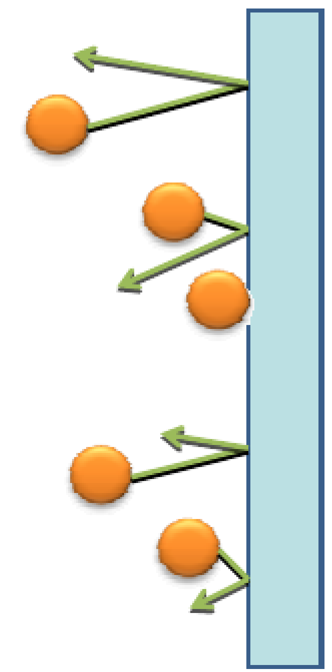
$$\overline{v^2} = 3\,\overline{v_x^2}$$

$$F = \frac{N}{3}\left(\frac{m\bar{v}^2}{d}\right) \textit{así la presión es:}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{d^2} = \frac{1}{3}\left(\frac{N}{d^3} m\bar{v}^2\right) = \frac{1}{3}\left(\frac{N}{V}\right) m\bar{v}^2$$

$$\boxed{P = \frac{2}{3}\left(\frac{N}{V}\right)\left(\frac{1}{2} m\overline{v^2}\right) = \frac{2}{3}\left(\frac{N}{V}\right)\overline{E_c}}$$

En consecuencia el valor promedio para todas las moléculas son los promedios de cada una de las componentes



Los impactos de las moléculas en la muralla del contenedor, ejercen una fuerza sobre la muralla. Hay muchos de esos impactos por segundo. La fuerza total por unidad de área se llama presión. la presión es el efecto promedio de muchos impactos resultantes de las colisiones de las moléculas contra la pared.

Temperatura

Teoría Cinética

Modelo para la temperatura de un gas ideal compuesto por N moléculas

Es posible comprender más profundamente el significado de la temperatura si escribimos la ecuación en la forma más común

$$P\,V = \frac{2}{3} N \left(\frac{1}{2} m \overline{v^2}\right)$$

$$P\,V = N\,k_b\,T \text{ tenemos}$$

$$N\,k_B\,T = \frac{2}{3} N \left(\frac{1}{2} m \overline{v^2}\right)$$

$$T = \frac{2}{3\,k_B} \left(\frac{1}{2} m \overline{v^2}\right)$$

Comparemos esto con la ecuación de estado empírica para un gas ideal

Por lo tanto la temperatura es una medida Directa de la energía cinética molecular Promedio.

La energía de un sistema en equilibrio Térmico se divide por igual Entre todos los grados De libertad

Energía Cinética

Teoría Cinética

Energía cinética promedio total para N moléculas

$$La\ energía\ para\ una\ partícula\ está\ dada\ por:$$

$$\overline{E}_c = \frac{3}{2} k_B T$$

$$Para\ la\ energía\ cinética\ de\ todas\ las\ párticulas,\ basta\ con\ multiplicar\ por\ N$$

$$\overline{E}_c = N\left(\frac{1}{2} m \overline{v}^2\right) = \frac{3}{2} N k_B T = \frac{3}{2} n RT\ donde$$

$$k_B = R / N_A$$

y para la constante de Boltzmann

$$\overline{E}_c = \frac{1}{2} m \overline{v}^2 = \frac{3}{2} k_B T$$

$$n = N / N_A$$

Velocidad media cuadrática

$$v_{rms} = \sqrt{\overline{v}^2} = \sqrt{\frac{3 k_B T}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{P.M}}$$

Profesor: David Valenzuela Zúñiga
www.fisic.jimdo.com

Energía Cinética

Teoría Cinética

Tabla 12.3 Velocidad rms a 20º C para gases conocidos.

Gas	PM (g/mol)	v_{rms} a 20º C (m/s)
H_2	2.02	1902
He	4	1352
H_2O	18	637
Ne	20.1	603
N_2	28	511
CO	28	511
NO	30	494
CO_2	44	408
SO_2	48	390

Energía Cinética

Teoría Cinética

Un envase con un volumen de 0,3 m³ contiene 2 moles de helio a 20º C. Suponiendo que el helio se comporta como un gas ideal, calcular:
a) la energía cinética total del sistema, b) la energía cinética promedio por molécula, c) la rms del helio.

Solución: a) usando la ecuación 12.20 con $n = 2$ y $T = 20^{o}\ C = 293\ K$, se obtiene:

$$E_c = \frac{3}{2}nRT = 1.5(2mol)(8.31J/molK)(293K) = 7300J$$

b) de la ecuación 12.19 se tiene:

$$E_c = \frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{3}{2}kT = 1.5(1.38\times10^{-23}J/K)(293K) = 6.1\times10^{-21}J$$

c) usando la ecuación 12.21

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{(PM)}} = \sqrt{\frac{3(8.31J/molK)(293K)}{4g/mol}} = 1350\,{}^{m}\!/\!{}_{s}$$

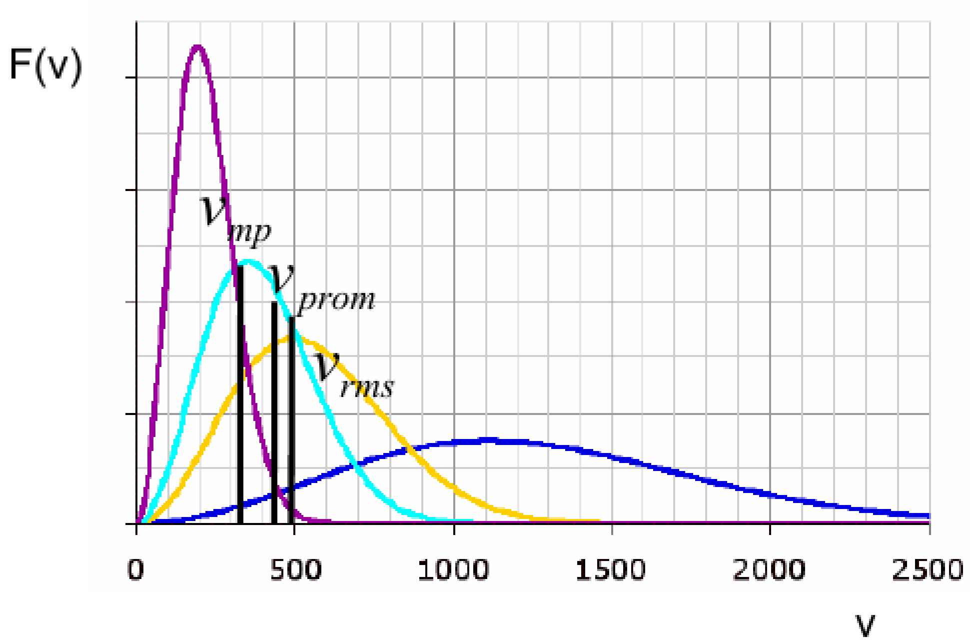
Distribución de velocidades

Teoría Cinética

Las moléculas de gas en un contenedor no tienen todas la misma velocidad

$$f(v) = 4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{\frac{-mv^2}{2kT}}$$

Distribución de Maxwell para la velocidad molecular (mecánica estadística)



$$v_{prom} = \int_0^\infty v f(v) dv = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$$

$$v_{rms} = \int_0^\infty v^2 f(v) dv = \sqrt{\frac{3kT}{m}}$$

$$v_{mp} = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$$ Velocidad mas probable