

Problemas de Física 4 § Teoría Cinética

1. Calcular la energía cinética promedio de un grupo de moléculas a temperatura ambiente.

- Expresar el resultado en eV.
- Calcular la velocidad v_{rms} de las moléculas, si estas son de O_2 .

2. **Camino libre**

El Nitrógeno gaseoso (N_2) es el principal componente del aire. A temperatura ambiente y a 1 atmósfera, la masa de gas contenida en un recipiente de un litro es 1.15 gramos (resultado experimental). El radio de una molécula es aproximadamente 1Å .

- (a) Calcular el número medio de moléculas de N_2 que chocan por segundo sobre 1 cm^2 de área de las paredes del recipiente

Respuesta: $n = 2.1 \times 10^{23} \text{ moléc s}^{-1} \text{ cm}^{-2}$.

- (b) Calcular la energía cinética media de una molécula.

Respuesta: $\epsilon_k = 6 \times 10^{-14} \text{ erg}$.

- (c) Calcular la velocidad media de las moléculas

Respuesta: $v = 5.1 \times 10^4 \text{ cm/s}$.

- (d) Calcular la sección eficaz recta para choques entre moléculas

Respuesta: $\sigma = 12 \times 10^{-16} \text{ cm}^2$.

- (e) Calcular el camino libre, y compararlo con el radio de las moléculas

Respuesta: $l = 3 \times 10^{-5} \text{ cm}$.

- (f) Una esfera de vidrio de 1 litro contiene gas N_2 a temperatura ambiente y presión atmosférica. La esfera está encerrada en una cámara grande en la que se ha hecho el vacío. La bola de vidrio tiene un pequeño orificio de unos 10^{-5} cm de radio. Estimar el tiempo necesario para que el 1% de las moléculas se escapen de la esfera al vacío que la rodea.

Respuesta: 45 días.

3. **Distribución de Maxwell–Boltzmann**

- (a) Encontrar la velocidad v_{rms} para una distribución de Maxwell–Boltzmann
- (b) Encontrar la velocidad v_{avg} promedio, para una distribución de Maxwell–Boltzmann
- (c) Encontrar la velocidad v_p más probable, para una distribución de Maxwell–Boltzmann.
- (d) Graficar la distribución de Maxwell–Boltzmann, y señalar las velocidades anteriores en el gráfico.

4. **Teorema de Equipartición de la Energía**

- (a) En los casos en que la energía total de una partícula se puede escribir en la forma:

$$E = \sum_{i=1}^n c_i q_i^2$$

demostrar que la distribución de Maxwell–Boltzmann es de la forma:

$$F = Ae^{-\frac{E}{kT}},$$

§<http://www.df.uba.ar/users/dmitnik/fisica4>

donde

$$A = N \frac{(c_1 c_2 \dots c_n)^{1/2}}{(\pi k T)^{n/2}}$$

- (b) Comprobar que la normalización es correcta para $c_1 = c_2 = c_3 = m/2$
 - (c) Encontrar una expresión de $\frac{N}{A}$, derivarla respecto a kT , y demostrar el teorema de equipartición.
5. Suponer un sistema de 2 estados, cuyas energías son ϵ y 2ϵ , respectivamente. Encontrar la energía promedio en el equilibrio. Graficar $E_{avg}(T)$.
 6. Partiendo del primer principio de la termodinámica, de la relación entre la densidad energética y la presión de radiación $p = u(T)/3$, donde $U = u(T)V$, y de que $dS = dQ/T$ es un diferencial exacto, demostrar la Ley de Stefan-Boltzmann.