

Física II

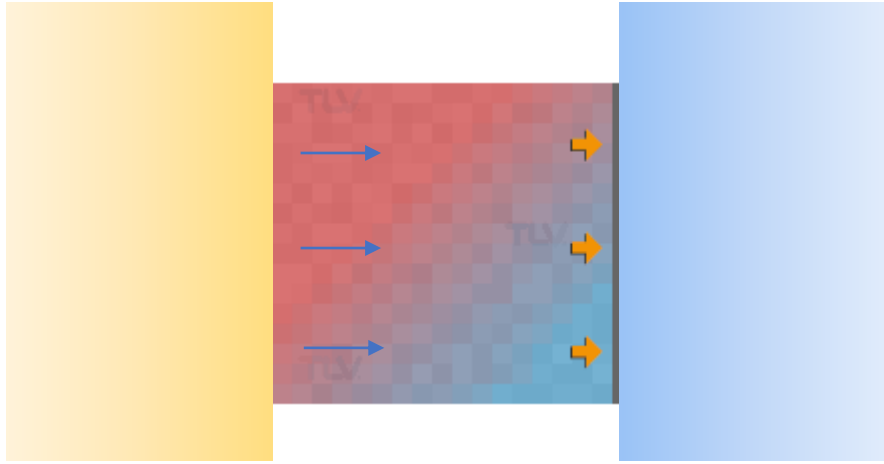
Termodinámica

Calorimetría y teoría cinética molecular

Preguntas y ejemplos



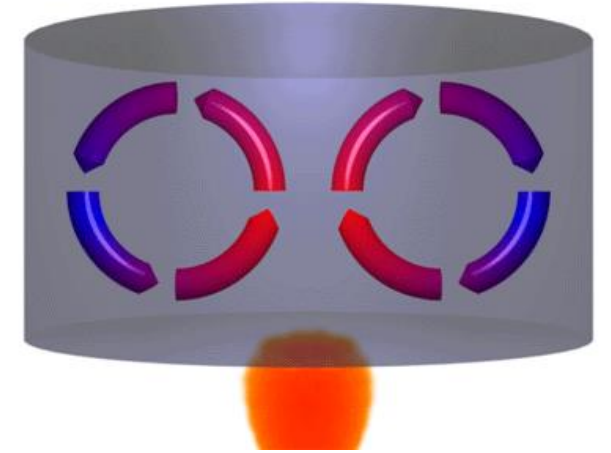
Mecanismos de transferencia de calor



Conducción



Radiación



Convección

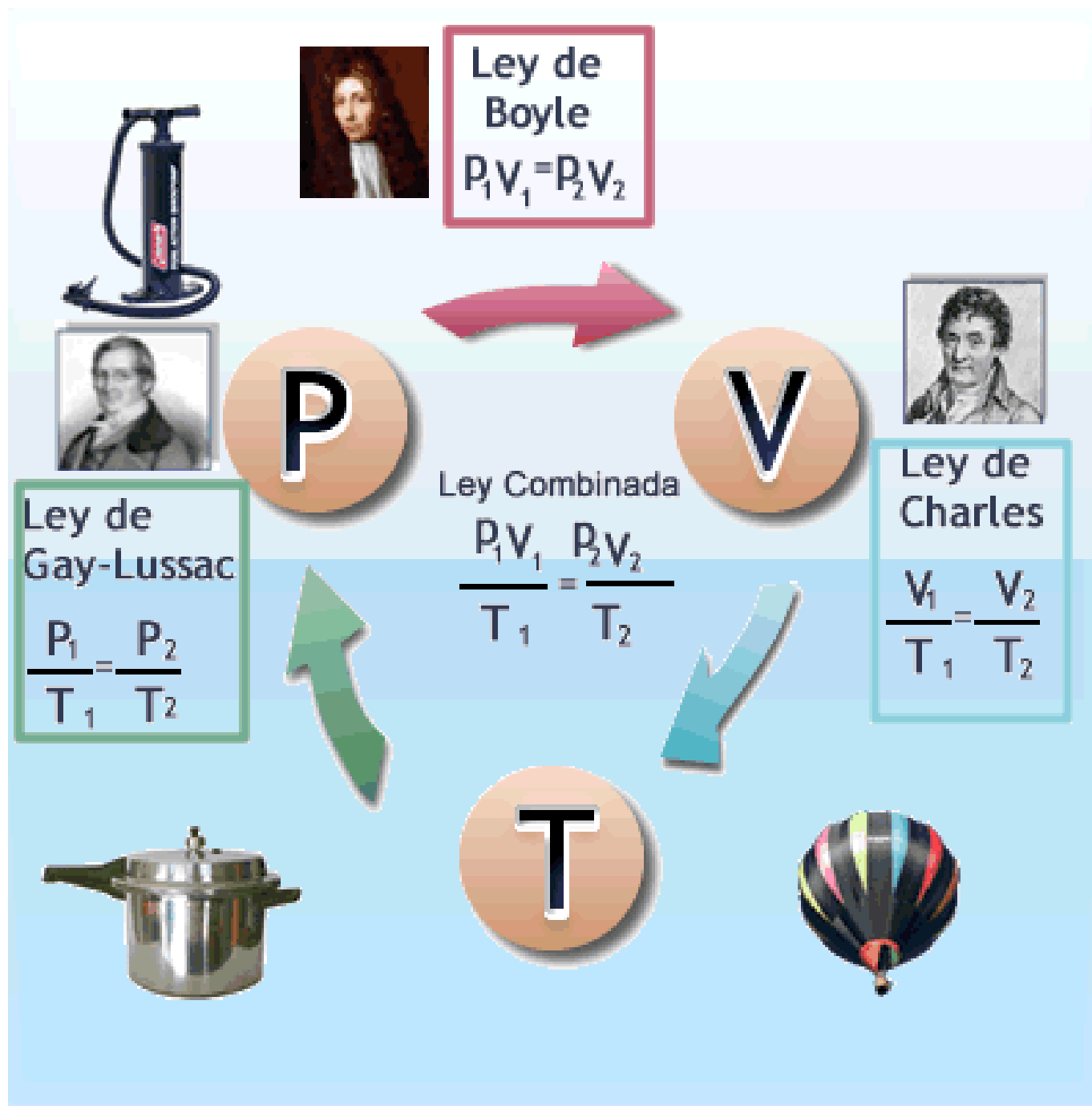
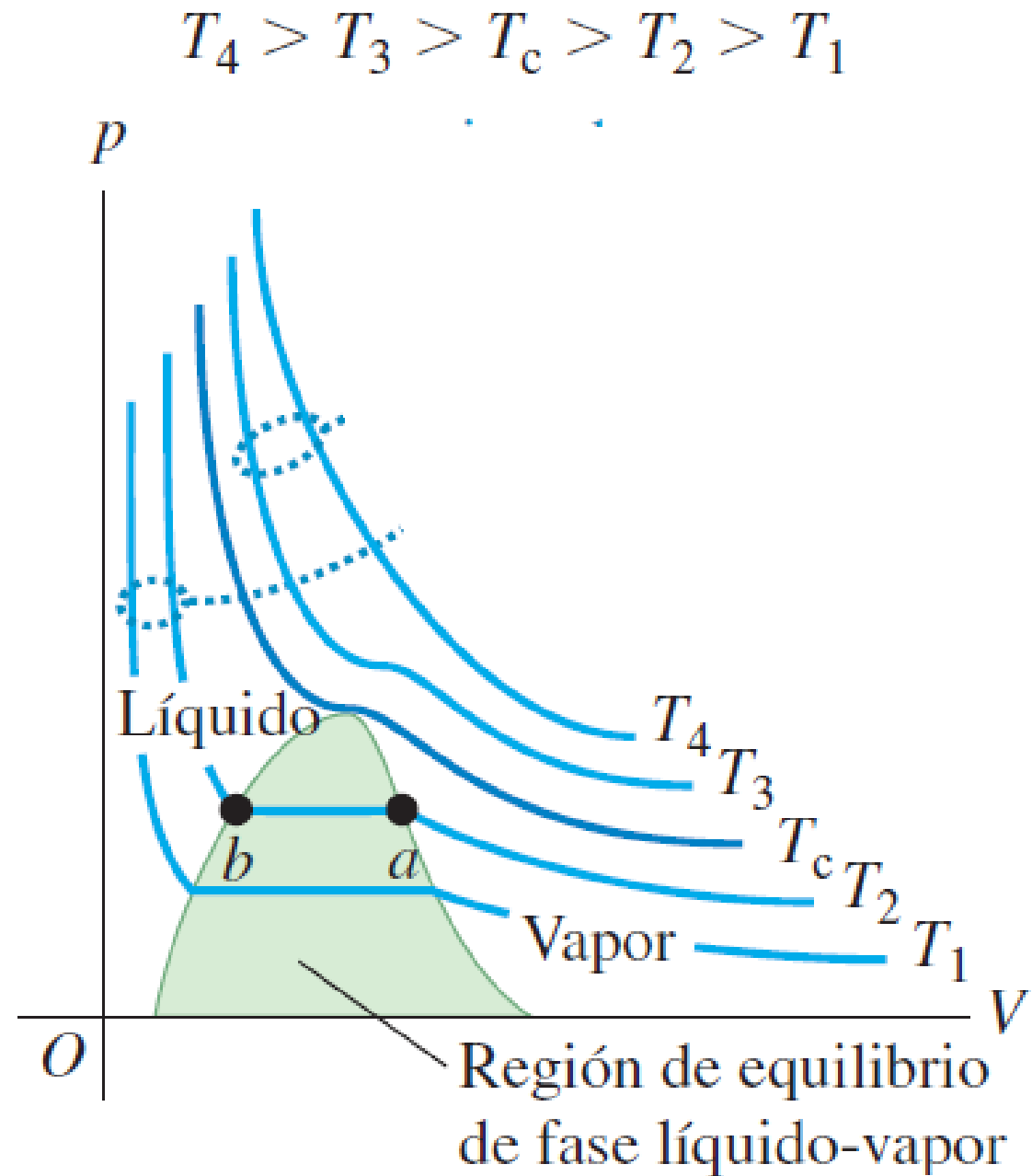
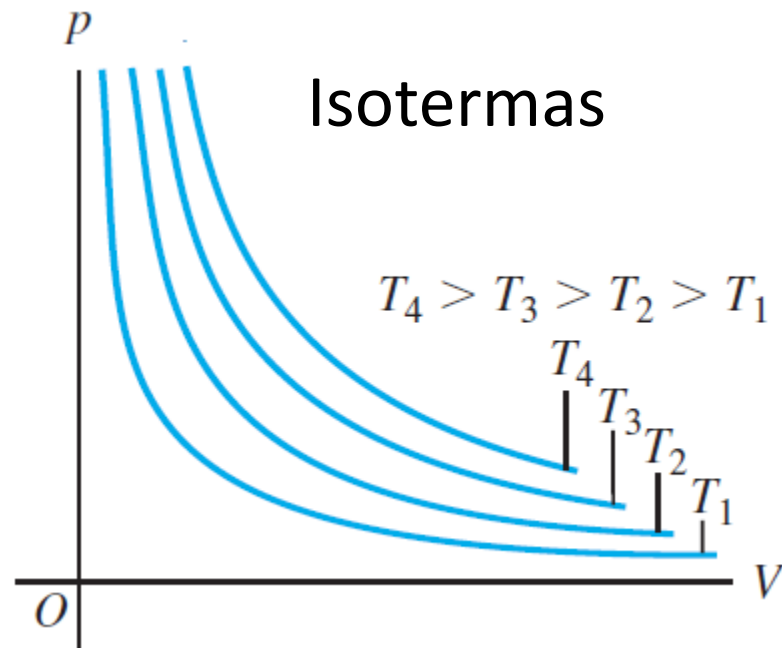
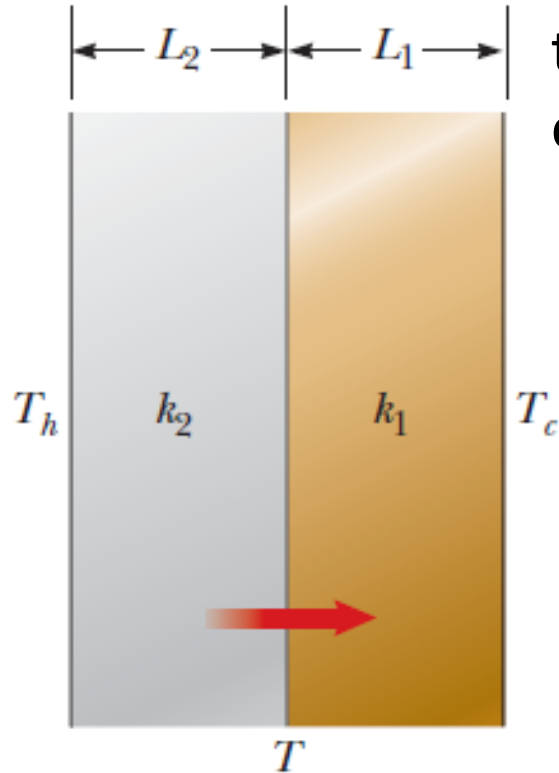


Gráfico pV

- Temperatura constante



Ejemplo 1: Conducción



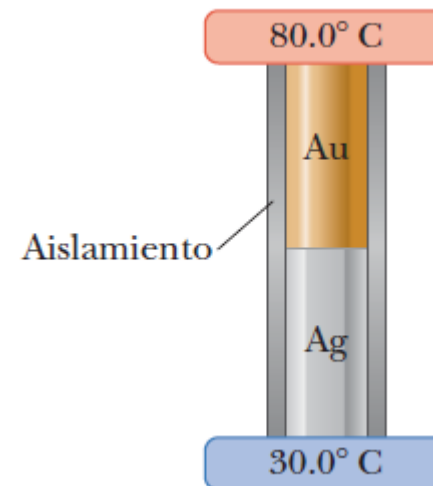
a) Determine la temperatura en la interfaz y la rapidez de transferencia de energía por conducción a través de las placas en la condición de estado estable.

En estado estable, la rapidez de transferencia de energía a través de la placa 1 es igual a la rapidez de transferencia de energía a través de la placa 2.

$$T = \frac{k_1 L_2 T_c + k_2 L_1 T_h}{k_1 L_2 + k_2 L_1}$$

b) Sustituya T en H y demuestre que

$$H = \frac{A(T_h - T_c)}{(L_1/k_1) + (L_2/k_2)} = \frac{A(T_h - T_c)}{\sum_i R_i}$$



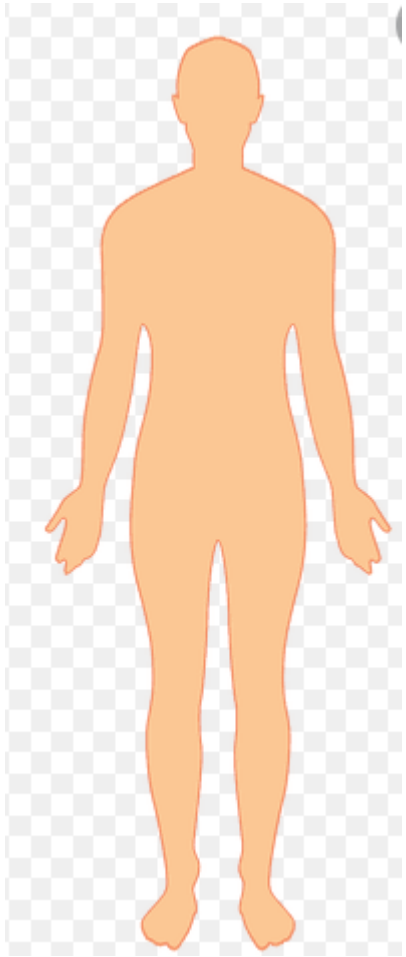
c) Calcule la temperatura de la unión

$$k_{Au} = 314 \text{ W/mK}$$

$$k_{Ag} = 427 \text{ W/mK}$$

51.2 °C

Ejemplo 2 : Radiación



2.1 Calcule la tasa *neta* de pérdida de calor del cuerpo por radiación.

La emisividad del cuerpo humano es muy cercana a la unidad, sea cual fuere la pigmentación de la piel. Suponga la temperatura del cuerpo a ser 30°C y la del aire 20°C y el área superficial del cuerpo es 1.20 m^2

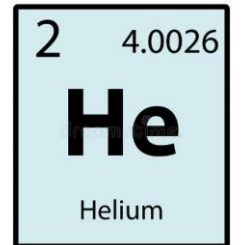
72 W

2.2 Un estudiante intenta decidir que vestir. Su recamara esta a 20.0°C . La temperatura de su piel es de 35.0°C . El área de su piel expuesta es de 1.50 m^2 . Si su piel tiene una emisividad aproximada de 0.900. Encuentre la perdida de energía neta de su cuerpo por radiación en 10.0 min.

75 kJ

Ejemplo 3 : gas ideal

Un globo de helio para fiesta, que se supone es una esfera perfecta, tiene un radio de 18.0 cm. A temperatura ambiente (20 °C), su presión interna es de 1.05 atm. Determinar el número de moles de helio en el globo y la masa de helio necesaria para inflar el globo a estos valores.



$$V = \frac{4}{3}\pi r^3$$
$$n = \frac{4}{3}\pi (0.18 \text{ m})^3 \frac{(1.05 \text{ atm} * \frac{1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2}{1 \text{ atm}})}{\left(8.314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}\right) ((20 + 273.15) \text{K})}$$

$$pV = nRT$$

$$n = 1.066 \text{ mol}$$

$$n = \frac{PV}{RT} = \frac{P}{RT} V$$

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow m = nM$$

$$n = \frac{4}{3}\pi r^3 \frac{P}{RT}$$

$$m = (1.066 \text{ mol}) \left(4.0026 \frac{\text{g}}{\text{mol}}\right) = 4.26 \text{ g}$$

Ejemplo 4

Una burbuja de aire (considerado como gas ideal) en el fondo de un lago a $h = 40.0$ m de profundidad tiene un volumen de $V = 2.30 \text{ cm}^3$. Si la temperatura en el fondo es de 10.0°C y en la superficie de 25.0°C , ¿cuál es el volumen de la burbuja en cm^3 justo antes de llegar a la superficie?.

11.8 cm^3

Interpretación molecular de presión y temperatura: energía interna

Teoría cinética: Presión y temperatura

Masa molar de una sustancia

$$M = N_A m$$

Número de Avogadro

Masa de una molécula de sustancia

Energía cinética de traslación promedio de un gas ideal

$$K_{tr} = \frac{3}{2} n R T$$

Número de moles de gas

Temperatura absoluta de gas

Constante de los gases

Energía cinética de traslación media de una molécula de gas

$$\frac{1}{2} m (v^2)_{med} = \frac{3}{2} k T$$

Masa de una molécula

Temperatura absoluta del gas

Constante de Boltzmann

Valor promedio de las rapidezces moleculares al cuadrado

Rapidez eficaz de una molécula de gas

$$v_{rms} = \sqrt{(v^2)_{med}} = \sqrt{\frac{3kT}{m}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

Constante de Boltzman

Temperatura absoluta de gas

Valor medio del cuadrado de la rapidez molecular

Masa de una molécula

Constante de gases

Masa molar

Ejemplo 5 y 6

- a) Velocidad media cuadrática de las moléculas de hidrógeno.
b) ¿Es diatómico o monoatómico?

Datos: *Gas ideal*: $T = 0^\circ\text{C}$

Presión: $p = 1.0 \text{ atm}$

Densidad: $\rho = 8.99 \times 10^{-2} \text{ kg/m}^3$

1840 m/s

Diatómico

- a) ¿Qué moléculas son más rápidas? H_2 , N_2 , O_2

Hidrógeno

- b) ¿Cómo es su energía cinética?

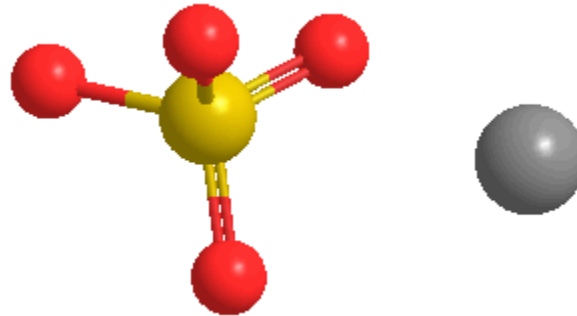
Hidrogeno, Nitrógeno, Oxigeno: Masas molares: $M = 2 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, 28 \frac{\text{g}}{\text{mol}}, 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

Igual temperatura ambiente: $T = 300 \text{ K}$

Es la misma en todos los casos

¿Qué es la energía interna de un sistema?

Atómico o molecular



$$K + U$$

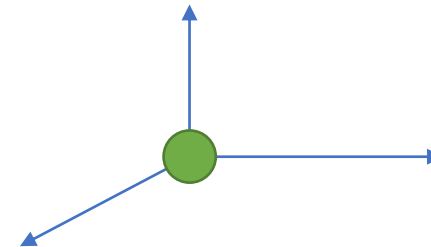
Teorema de la equipartición de la energía

Cada grado de libertad aporta $\frac{1}{2}kT$ a la energía de un sistema, donde posibles grados de libertad son aquellos asociados con la traslación, rotación y vibración de las moléculas.

moléculas

Grado de libertad: se refiere a un medio independiente por el que una molécula puede tener energía.

$$\frac{1}{2}m\overline{v^2} = \frac{3}{2}kT$$



Maxwell

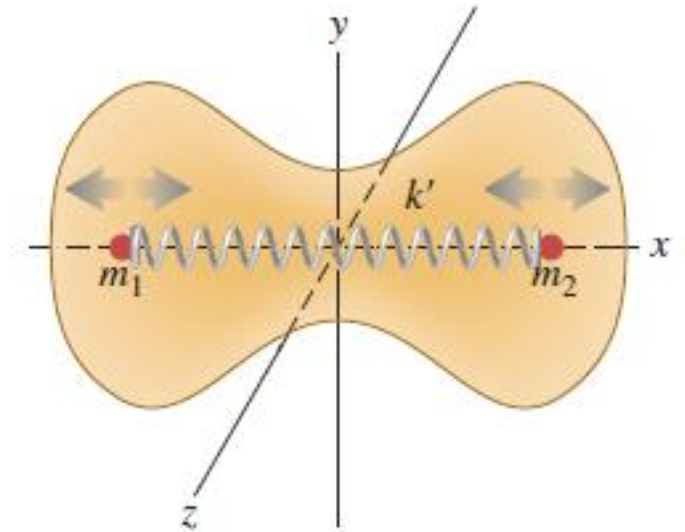
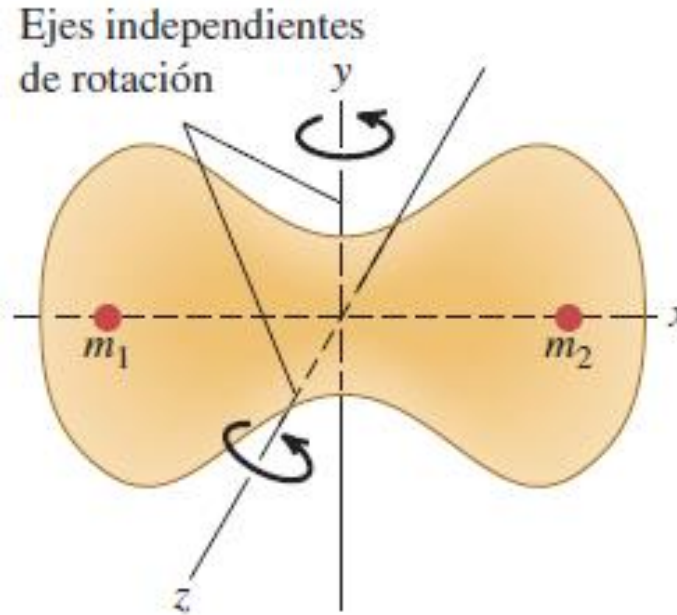
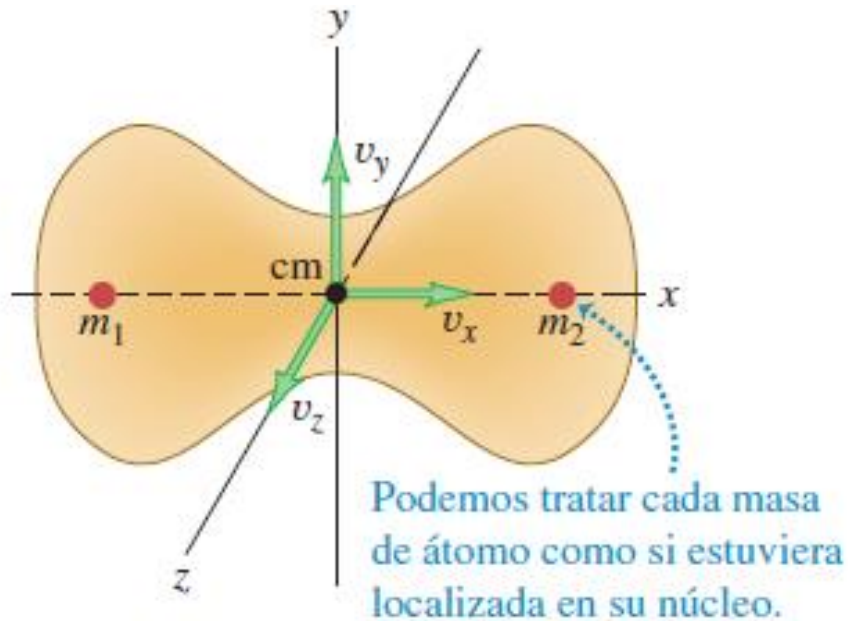
Equipartición de la energía

Molécula diatómica

Traslación: 3 grados de Libertad

Rotación: 2 grados de Libertad

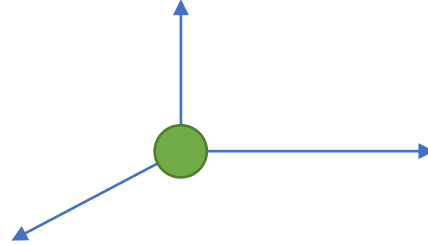
Vibración: 2 grados de Libertad



Cada componente de velocidad (lineal o angular) tiene, en promedio, una energía cinética asociada por molécula de $\frac{1}{2} k_B T$

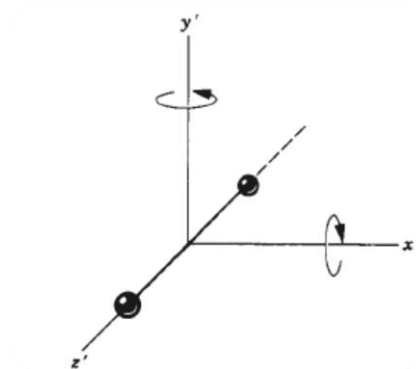
Energía interna

Gas monoatómico



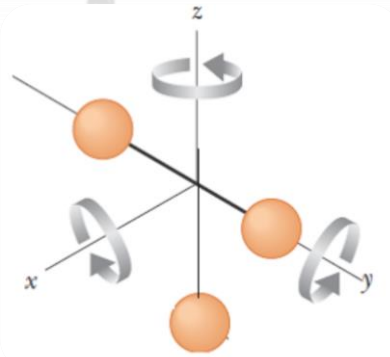
$$E_{\text{int}} = N\left(\frac{3}{2} kT\right) = \frac{3}{2} nRT$$

Gas diatómico



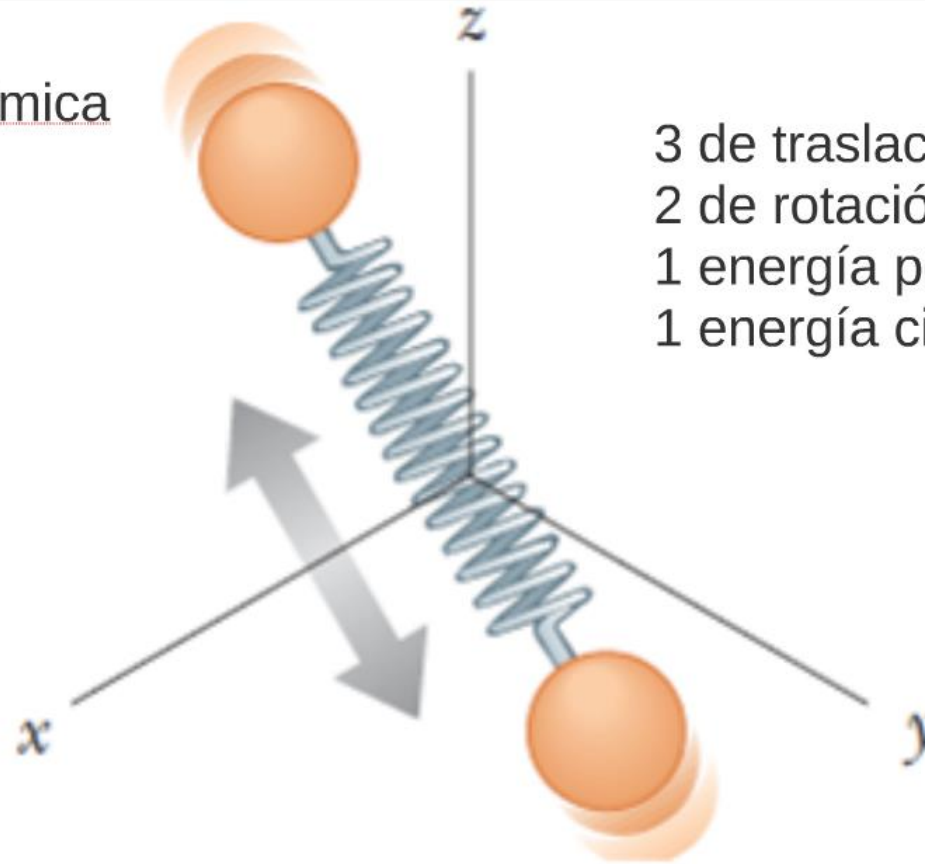
$$E_{\text{int}} = N\left(\frac{5}{2} kT\right) = \frac{5}{2} nRT$$

Gas poliatómico



$$E_{\text{int}} = N\left(\frac{6}{2} kT\right) = 3nRT$$

Molécula diatómica



3 de traslación
2 de rotación
1 energía potencial
1 energía cinética vibratoria

$$E_{\text{int}} = \frac{7}{2} N k_B T = \frac{7}{2} n R T$$

Altas temper

Altas temper

$$E_{\text{int}} = \frac{5}{2} N k_B T = \frac{5}{2} n R T$$

Equipartición de la energía

$$dK_{tr} = \frac{3}{2}nR dT \quad dQ = nC_V dT$$

Capacidad calorífica molar
a volumen constante, gas ideal
de partículas puntuales

$$C_V = \frac{3}{2}R$$

Constante de gases

Capacidad calorífica molar
a volumen constante,
gas diatómico ideal

$$C_V = \frac{5}{2}R$$

Constante de los gases

Cada componente de velocidad (lineal o angular) tiene, en promedio, una energía cinética asociada por molécula de $\frac{1}{2}k_B T$

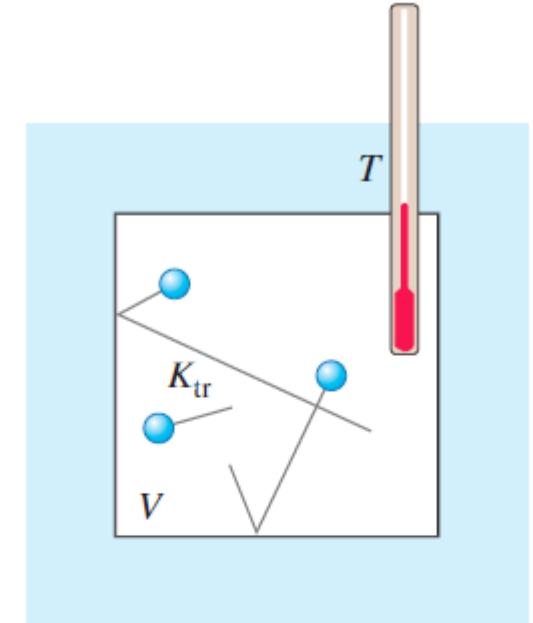
El número de componentes de velocidad necesarias para describir cabalmente el movimiento de una molécula se denomina número de **grados de libertad gl**

Energía interna
del gas ideal

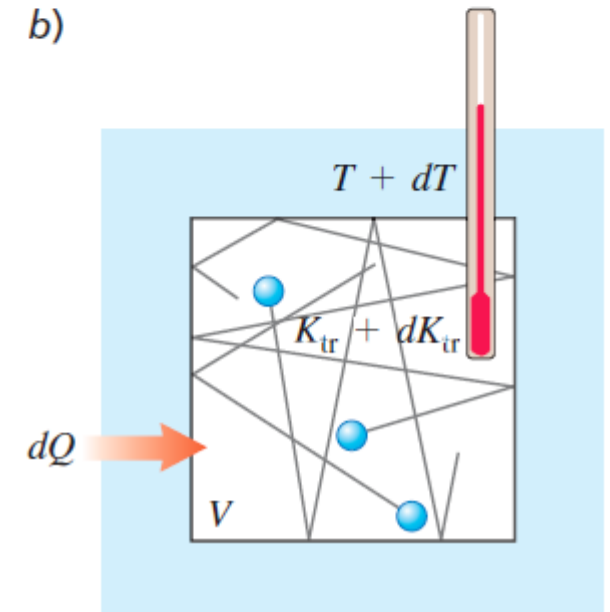
$$U_{int} = \frac{(gl)}{2} nR\Delta T$$

Grados de libertad

a)



b)



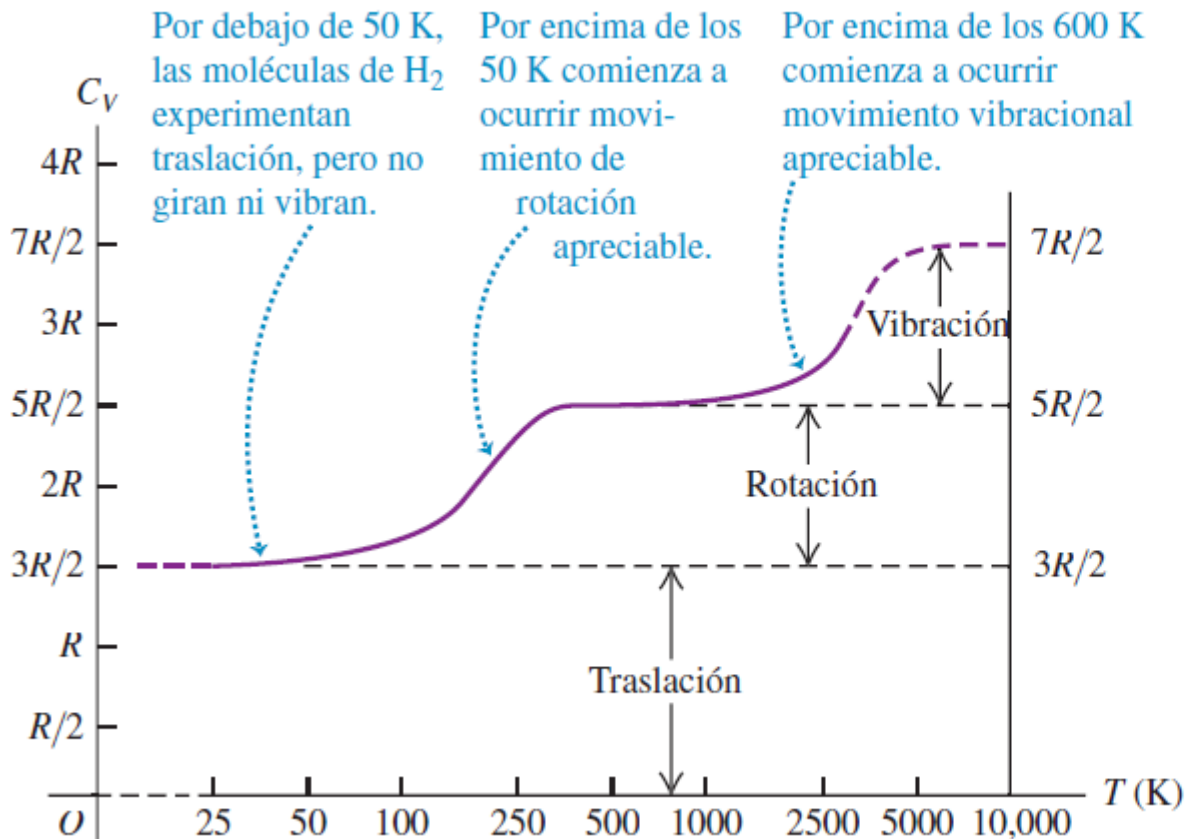
Equipartición de la energía

Capacidad calorífica molar a volumen constante, gas ideal de partículas puntuales $\rightarrow C_V = \frac{3}{2}R \leftarrow$ Constante de gases

Capacidad calorífica molar a volumen constante, gas diatómico ideal $\rightarrow C_V = \frac{5}{2}R \leftarrow$ Constante de los gases

TABLA 18.1 Capacidades caloríficas molares de gases

Tipo de gas	Gas	C_V (J/mol · K)
Monoatómico	He	12.47
	Ar	12.47
Diatómico	H ₂	20.42
	N ₂	20.76
	O ₂	20.85
	CO	20.85
Poliatómico	CO ₂	28.46
	SO ₂	31.39
	H ₂ S	25.95



Ejemplo 7

En un recipiente que contiene 0.12 mol de gas O_2 se le suministran 0.300 J de energía. El gas está a 300 K de temperatura inicial. Una vez que esta energía esté distribuida entre todos los átomos ¿en cuánto habrá aumentado la temperatura en K del oxígeno?

0.120 K

GRACIAS