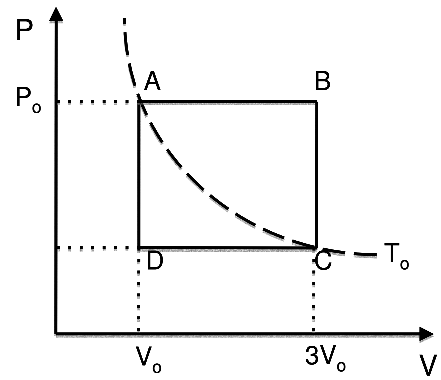
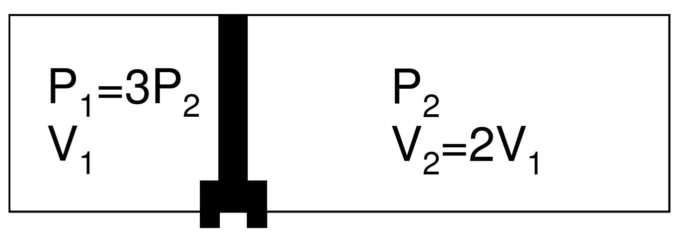
Guía de repaso

1) Un gas ideal realiza dos ciclos reversibles: ABCDA y ABCA como indica la figura. Los estados A y C del gas se encuentran a la misma temperatura T_o.



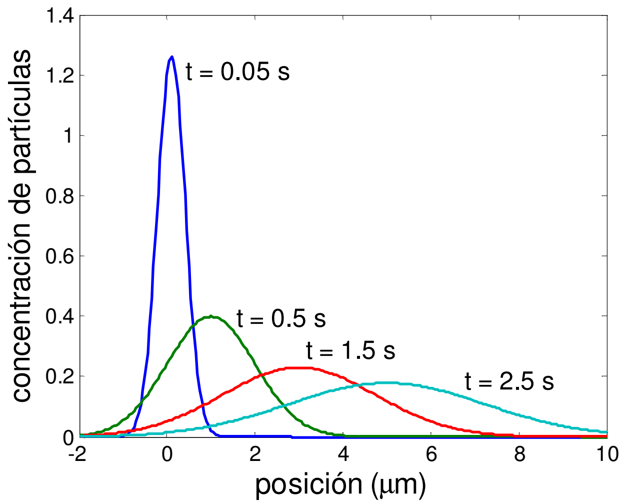
a) Para ambos ciclos, calcule el trabajo total realizado por el gas, indicando el trabajo realizado en cada tramo y su signo. ¿Son iguales o diferentes? Muestre gráficamente el trabajo realizado en ambos casos.
b) ¿Hay intercambio de calor en el tramo BC? Si lo hay indique el signo del mismo (absorción de calor Q>0, liberación de calor Q<0). Justifique.
c) ¿Cuál es la variación de energía interna del gas en cada uno de los ciclos? ¿Por qué?
d) ¿Cómo se comparan ΔU (AB) con ΔU (BC)?
e) ¿Sus respuestas a los puntos c) y d) serían iguales o diferentes si el ciclo fuese realizado por un gas real? Justifique.

2) Considere un sistema como el de la figura en el que un pistón divide a un cilindro en dos compartimentos. El pistón permite que los gases intercambien energía térmica. Inicialmente el pistón se encuentra trabado como indica la figura.



a) Encuentre la relación entre el número de moles en cada compartimento, n_1 y n_2
b) Ahora se suelta la traba del pistón. ¿Se mueve el pistón? ¿Hacia dónde? Si cree que se mueve, ¿es reversible el proceso?
c) Encuentre la relación de volúmenes en el equilibrio.

3) Para estudiar la difusión de una molécula en una dimensión se introdujo una cantidad concentrada de la misma en x=0 a t=0. A partir de ese momento se midió la concentración de partículas para 4 tiempos posteriores con el resultado de la figura.



a) Los siguientes son modelos posibles para una caminata al azar de una partícula en una dimensión. Discuta cuál o cuáles podrían ser buenos modelos para describir la observación experimental.

i) $$x(n) = x(n-1) \pm \Delta x$$

ii) $$x(n) = x(n-1) + \begin{cases} v\Delta t + \frac{1}{2}a\Delta t^2 & \text{con probabilidad } 0.5 \\ -v\Delta t + \frac{1}{2}a\Delta t^2 & \text{con probabilidad } 0.5 \end{cases}$$

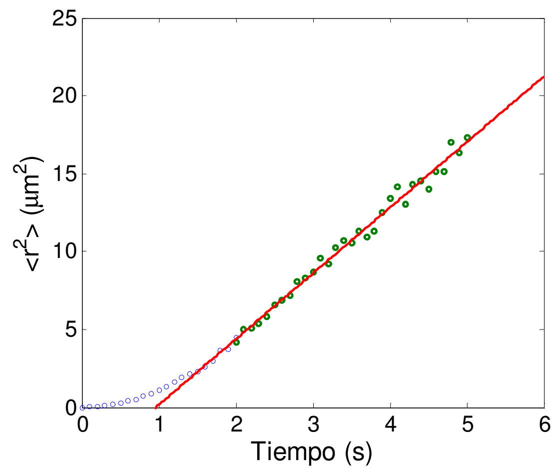
iii) $$x(n) = x(n-1) + \begin{cases} \Delta x & \text{con probabilidad } 0.55 \\ -\Delta x & \text{con probabilidad } 0.45 \end{cases}$$

b) Para cada tiempo, se midió la posición en la que la concentración es máxima. Los resultados se resumen en la siguiente tabla

Tiempo (s)	Posición del máx. (μm)
0.05	0.1
0.5	1
1.5	3
2.5	5

Determine la velocidad de *drift* (con la que se mueve el valor medio).

4) Se hizo un experimento para estudiar el movimiento de unas partículas que se mueven en dos dimensiones y estarían haciendo un movimiento aleatorio. El experimento se hizo a una temperatura de 25 ºC. Se reconstruyó las trayectorias de cada una y con eso la desviación cuadrática media de la posición en función del tiempo (ver figura).



a) Se identificaron dos regimenes. Uno 'lineal' (para t>2) y otro 'no lineal' para tiempos más chicos. ¿Cómo puede interpretar este resultado?

b) La recta con la que se ajustaron los puntos del régimen 'lineal' es 4.2 μm^2 seg^{-1} t - 4.1 μm^2 Calculen el coeficiente de difusión D.

c) ¿Qué otro tipo de pruebas puede sugerir para estudiar este tipo de caminata al azar? (saber si es simétrica o no, etc).

d) Los científicos se preguntaron si las características del movimiento aleatorio que estaban observando era consecuencia de que las partículas estaban sufriendo choques constantes con las moléculas del medio o bien había algo intrínseco en las propias partículas que las hacía mover de una forma aleatoria. Para esto buscaron el coeficiente de viscosidad de estas partículas y suponiendo que las partículas son esféricas, calcularon el coeficiente de arrastre γ. ¿Para qué les pudo servir ese dato? ¿Pueden usarlo ustedes y determinar qué tipo de movimiento aleatorio están haciendo estas partículas?

Datos:

$\gamma = 2 \cdot 10^4$ pN s m^{-1}

$K_B T$ (a 25 ºC) = 4.12 10^{-21} J [Joule=Newton*m]

recuerde: 1 $\mu m^2 = 10^{-12}$ m^2 ; 1 pN = 10^{-12} N

5) *Sistema de dos estados*. Un sistema puede estar en dos estados, uno con energía 0 y otro con energía E.

a) Escribir la probabilidad de que el sistema esté en cada estado en función de la temperatura. Ayuda: use la ley de Boltzmann y recuerde que la suma de las probabilidades tiene que dar 1.
b) Muestre e interprete lo que sucede a temperaturas bajas y a temperaturas altas (¿altas o bajas respecto de qué?).

6) Imagine que para que ocurra una determinada transición en un sistema, es necesario un salto de energía de U_A. Esta energía puede ser proporcionada por un aumento en el nivel de energía de las partículas de un sistema. Muestre que si el sistema de partículas sigue la distribución de Boltzmann, las siguientes posibilidades son equiprobables:

a) Una única partícula realiza un salto a un nivel de energía U_A partiendo de un estado de energía $U_O=0$.
b) Dos partículas realizan simultáneamente un salto a un estado de energía $1/2*U_A$ partiendo de un estado de energía $U_O=0$.
c) Cuatro partículas realizan simultáneamente un salto a un estado de energía $1/4 *U_A$ partiendo de un estado de energía $U_O=0$.
d) *n* Partículas realizan simultáneamente un salto a un estado de energía U_A/n partiendo de un estado de energía $U_O=0$.

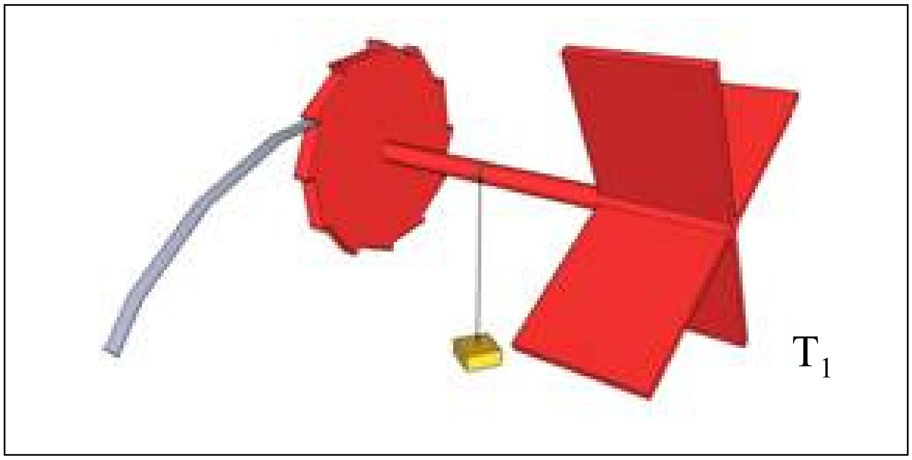
7) Se tiene un sistema de dos estados de energías $U_1=0$ y $U_2=U$ en equilibrio a una temperatura T_o, la probabilidad relativa de estar en el estado 2 respecto del estado 1 es de 1/4 ($p_2/p_1=0.25$). Se eleva la temperatura a T_1 y se deja que el sistema alcance el equilibrio.

a) Cree que se modifica la probabilidad relativa p_2/p_1? Si cree que si, aumenta o disminuye?
b) Exprese T_1 en función de T_o si $p_2/p_1=2/3$ a la temperatura T_1.
c) A qué valor se aproximará la probabilidad relativa cuando $kT>>U$?
d) Si se ponen todas las partículas inicialmente en el estado 1, ¿cambiará la velocidad a la cual el sistema llegue al equilibrio a medida que se sube la temperatura? ¿Por qué?

8) Se tiene un sistema de tres estados, tal que la diferencia de energía potencial entre los estados 1 y 2 es ΔU_{2-1} y $p_2/p_1=0.5$.

a) Si $p_3/p_1=0.25$, exprese ΔU_{3-1} en función de ΔU_{2-1}.
b) Calcule las probabilidades de cada estado (p_1, p_2 y p_3)

9) Considere la siguiente máquina (*ratchet* de Feynman). La máquina fue ideada como una forma de generar trabajo a partir de la energía térmica con el argumento de que el trinquete permite que la rueda gire sólo en una dirección.



a) ¿Considera que la rueda girará sólo en una dirección?
b) ¿Violaría esto la segunda ley de la termodinámica? Justifique.