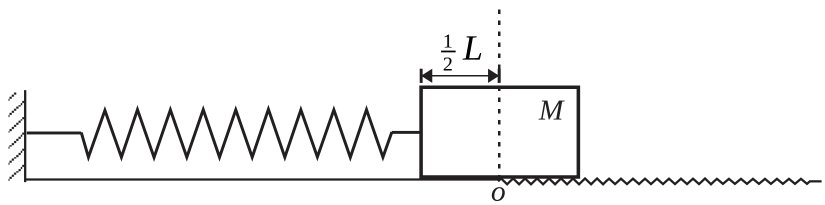
Oscilaciones en una superficie con fricción (8 puntos)

Un bloque homogéneo de longitud L y masa M está sobre una superficie horizontal atado a un resorte de constante de elasticidad k, como muestra la figura. En la figura se representa la posición en la cual el resorte no está deformado. La superficie tiene la particularidad de que a la izquierda del punto *O* es lisa, y a partir del punto *O* hacia la derecha es rugosa, con coeficiente de fricción cinético y estático igual a μ. Se cumple que:

$$M = \frac{3kL}{4\mu g}$$

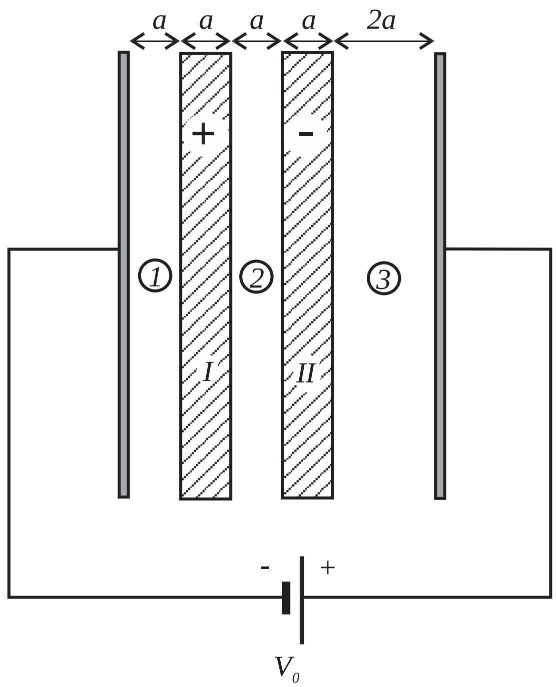


a. [4 puntos] Determine la mínima compresión a la que debe llevarse el resorte para que, al liberar el sistema, el bloque alcance a pasar completamente a la zona con fricción.

b. [4 puntos] Si la compresión inicial del resorte es L y el sistema se libera desde el reposo, determine dónde y cuándo se quedará detenido finalmente el bloque.

Dos láminas conductoras cargadas en un condensador (8 puntos)

Un condensador de placas planas y paralelas, separadas una distancia $6a$, tiene capacidad C. Se conecta el condensador a una diferencia de potencial V_0. A continuación, se introducen dos láminas conductoras I y II de ancho a entre las placas del condensador, una con carga $+CV_0$ a una distancia a de la placa de la izquierda y otra con carga $-CV_0$ a una distancia $2a$ de la placa de la derecha. Las láminas son paralelas entre sí y a es mucho menor que las dimensiones de las placas.



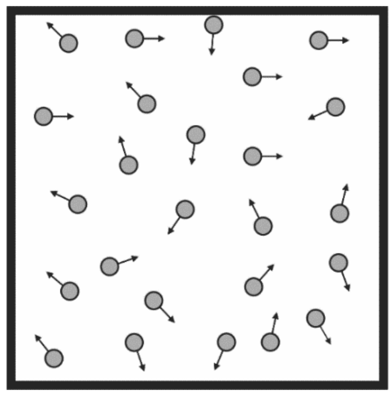
a. [2,5 puntos] Determine el campo eléctrico en cada una de las regiones 1, 2, 3 y dentro de las láminas conductoras en la configuración mostrada en la figura.

b. [2,5 puntos] Las láminas I y II se intercambian de posición. Determine el campo eléctrico en cada una de las regiones 1, 2, 3 y dentro de las láminas conductoras en esta nueva configuración.

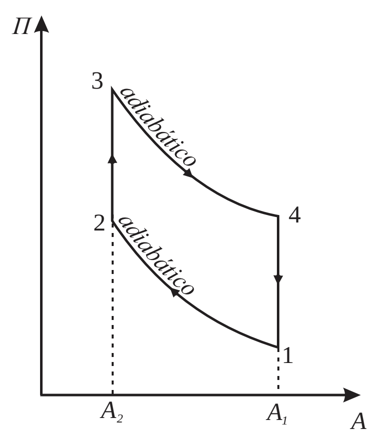
c. [3 puntos] Calcule el trabajo que un agente externo al sistema de la figura hace para intercambiar de posición las dos láminas I y II.

Gas ideal bidimensional (8 puntos)

El movimiento de agitación térmica de un gas de N moléculas monoatómicas ocurre solamente en un plano limitado por paredes rígidas. La masa de cada molécula es m y el plano tiene forma de un cuadrado de área A. La distancia promedio entre las moléculas es tan grande, que se pueden menospreciar las fuerzas intermoleculares.



a. [3 puntos] Determine la fuerza por unidad de longitud Π que ejerce este gas sobre las paredes que limitan el plano por el que se mueven las moléculas. Asuma que las N moléculas se mueven con la misma rapidez v y que las colisiones de las moléculas con las paredes son elásticas. *Ayuda: a efectos del cálculo, suponga que en cualquier instante, en promedio, una cuarta parte de las moléculas se dirige perpendicularmente hacia cada pared.*
b. [2 puntos] Asuma que la energía cinética de una molécula de este gas es igual a la constante de Boltzmann k multiplicada por la temperatura absoluta T del gas, y obtenga la ecuación de estado del gas (es decir, una ecuación que relacione la fuerza por unidad de longitud Π sobre las paredes, el área A del plano al que están confinadas las moléculas, el número total de moléculas N y la temperatura T). Además, exprese la energía interna U del gas en términos de su temperatura T.
c. [3 puntos] Este gas se toma como sustancia de trabajo de una máquina térmica que opera en un ciclo de Otto. El diagrama $\Pi - A$ de este ciclo se esquematiza en la figura. Determine el rendimiento de esta máquina térmica si la razón de compresión $r = A_1/A_2$ es igual a 9. En los procesos adiabáticos de este gas se cumple que ΠA^2 es constante.



Tapón en el fondo de un recipiente (6 puntos)

El orificio en el fondo de un recipiente está sellado por un tapón cúbico de lado a y densidad ρ. En el recipiente hay dos líquidos no miscibles entre sí, de densidades ρ_1 y ρ_2 respectivamente ($\rho_1 > \rho_2$), como muestra la figura. La interfase entre los dos líquidos coincide con la línea *AB*. Si el nivel del líquido superior está a la misma altura del vértice superior del tapón, ¿cuál debe ser la densidad ρ_2 mínima del líquido superior para que el tapón permanezca en equilibrio?