

### Problema 3. Vasos comunicantes (10 puntos)

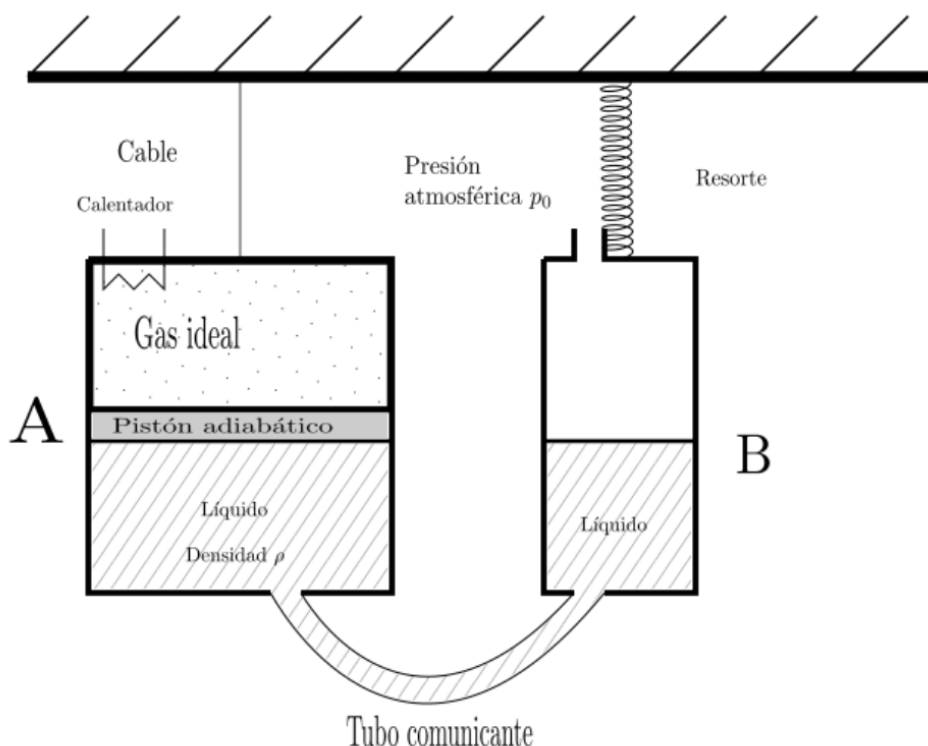


Figura 1. Sistema de vasos comunicados por un tubo delgado.

Se tiene un contenedor A de sección transversal  $S$  y un contenedor B de sección transversal  $\frac{1}{2}S$ , ambos colgados al techo de un laboratorio. El fondo de ambos contenedores está conectado por un tubo delgado y de fricción despreciable, como se muestra en la Figura 1.

El contenedor A está dividido en 2 secciones por un pistón de masa despreciable que puede moverse libremente. La sección del contenedor A sobre el pistón está llena de un gas ideal. La sección bajo el pistón en A, el delgado tubo que une a los contenedores, y la parte inferior del contenedor B están llenas de un líquido de densidad  $\rho$ . La masa del líquido contenido en el tubo delgado se considera despreciable. A través de un calentador, se puede calentar

el gas ideal en el contenedor A. El tope del contenedor B tiene un pequeño orificio por lo que su parte superior está llena de gas a presión atmosférica  $p_0$ . El contenedor A está colgado al techo mediante un cable inextensible y de masa despreciable  $\gamma$ , y el contenedor B está colgado mediante un resorte de masa despreciable. La aceleración de la gravedad en el sistema es  $g$ .

La condición inicial es que la longitud del cable del que se ha suspendido el contenedor A se ajusta de tal forma que los niveles de líquido en ambos contenedores estén a la misma altura. El volumen del gas ideal en esta condición inicial es  $V_0$ .

Para este problema, haga las siguientes consideraciones:

- Usando la constante de gases ideales  $R$ , el calor específico molar a volumen constante  $c_v$  y el calor específico molar a presión constante  $c_p$  están dados por:  $c_v = \frac{3}{2}R$  y  $c_p = \frac{5}{2}R$ , respectivamente.
- El líquido puede desplazarse entre los contenedores A y B.
- Aunque el resorte se estire, se asume siempre un equilibrio de fuerzas.
- El tubo delgado que une a los contenedores no se obstruye o bloquea debido al movimiento del contenedor B.

Se calienta el gas ideal de modo que se expande cuasiestáticamente desde la condición inicial hasta que su volumen haya aumentado en  $\Delta V$ . La constante del resorte usado en este caso es  $k$ .

<b>A.</b>	Demuestre que la nueva presión del gas ideal es	<b>3.0 pt</b>
	$p_i = p_0 + \rho g \left( \frac{3}{s} - \frac{\rho g}{k} \right) \Delta V$	

Usando un nuevo resorte de constante  $k_{ii}$  se repite el procedimiento del inciso anterior con la diferencia de que la presión del gas en A permanece constante.

<b>B.</b>	Determine esta nueva constante del resorte, $k_{ii}$ , en términos de $S$ , $g$ , y $\rho$ .	<b>2.0 pt</b>
<b>C.</b>	Además, determine el calor $Q_{ii}$ que le fue suministrado al gas durante este proceso.	<b>1.5 pt</b>

Para cierta constante del resorte, si se repite el proceso de los dos incisos anteriores, existe el caso en que la temperatura del gas baja. Usando ese resorte, se aumenta el volumen del gas en  $\Delta V = \frac{1}{4}V_0$ , y se observa que su temperatura final es  $\frac{15}{16}$  de la temperatura inicial.

- D.** Realice una gráfica  $p - V$  de este proceso y determine el calor neto en este proceso,  $Q_{iii}$ , en términos de  $V_0$  y  $p_0$ . **3.5 pt**

