

Examen de Física 2 - 14 de febrero de 2022

Justifique y explique claramente su trabajo.

Indique las unidades de las magnitudes en los resultados intermedios y finales.

Identifique y revise su trabajo antes de entregar. El examen consta de 3 ejercicios y dura 3 horas.

Para su aprobación se debe tener al menos un ejercicio entero bien y más de la mitad de los puntos

- Velocidad del sonido en el aire: $v_s = 343 \text{ m s}^{-1}$.
- Presión atmosférica: $P_0 = 101325 \text{ Pa}$
- Constante de los gases ideales: $R = 8,31 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1}$
- Calor específico del hielo: $c_h = 2093 \text{ J kg}^{-1}\text{°C}^{-1}$
- Calor específico del agua líquida: $c_a = 4200 \text{ J kg}^{-1}\text{°C}^{-1}$
- Calor latente de fusión para el agua: $L_f = 333 \text{ kJ kg}^{-1}$
- $0^\circ \text{ C} = 273,15 \text{ K}$

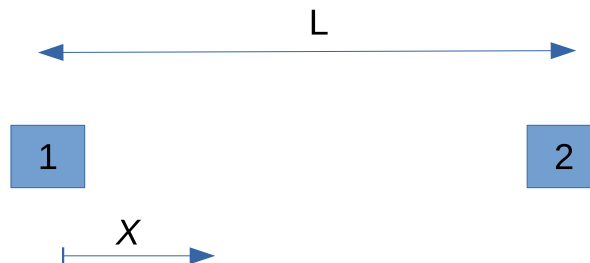
Ejercicio 1: Ondas (25 pts)

Dos fuentes de ondas sonoras se disponen enfrentadas y separadas una distancia $L = 80 \text{ cm}$, como se muestra en la figura. Las ondas emitidas por ambas fuentes tienen igual número de onda y amplitud, de manera que las ondas de desplazamiento longitudinal pueden aproximarse como:

$$s_1(x, t) = s_0 \cos(kx - \omega t) \text{ y } s_2(x, t) = s_0 \cos(k(x - L) + \omega t),$$

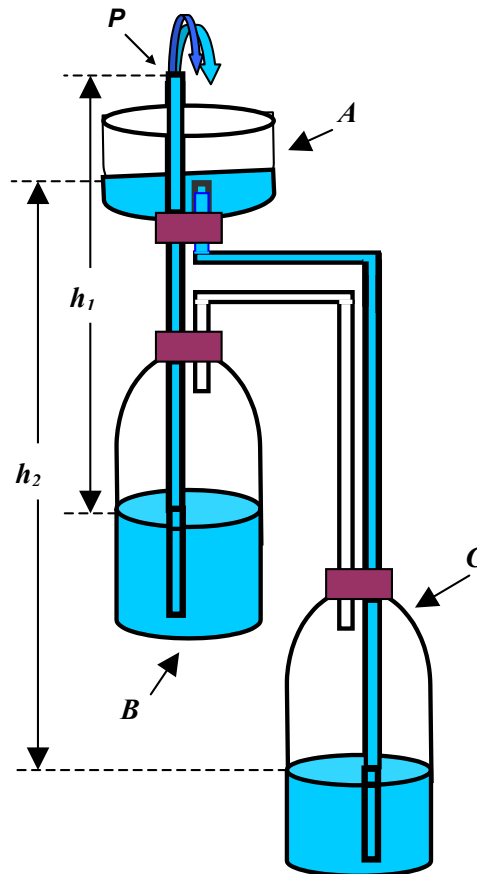
donde $s_1(x, t)$ y $s_2(x, t)$ corresponden a las ondas generadas por las fuentes 1 y 2 respectivamente. La coordenada x es la señalada en la figura.

- a) Si $k = 16,5 \text{ m}^{-1}$ determine para qué valores de la coordenada x , con $0 \leq x \leq L$, no se escucha sonido.
- b) Considere ahora que se coloca un detector entre ambas fuentes, ubicado a una distancia $d = 14 \text{ cm}$ de la fuente 1 y que el valor de k es variable. ¿Para qué frecuencias no se detecta sonido?
- c) Para la frecuencia más baja de las halladas en la parte anterior ¿a qué velocidad debe moverse el detector, entre $x = 0$ y $x = L$, para captar una diferencia de frecuencias de 1.2 Hz ?



Puede ser útil la relación:

$$\cos a + \cos b = 2 \cos \left(\frac{a + b}{2} \right) \cos \left(\frac{a - b}{2} \right).$$



Ejercicio 2: Fluidos (Fuente de Herón) (25 pts)

La figura muestra una realización de la fuente de Herón.

La fuente consta de tres partes: una taza A, donde está la salida de la fuente, y dos recipientes B y C parcialmente llenos de agua. Las piezas se conectan con dos mangueras flexibles como se muestra en la figura: la taza A con el vaso inferior C y el vaso C con el vaso superior B. La taza A se mantiene sobre el recipiente superior B, donde la salida de la fuente se conecta con el recipiente B a través de un tubo rígido. Los diámetros de las mangueras flexibles y el tubo rígido son despreciables respecto a los diámetros de los recipientes y la taza.

Inicialmente, la manguera AC está cerrada, la boquilla P de salida de la fuente también está cerrada, y la presión del aire en ambos recipientes B y C es igual a la presión atmosférica.

- Se abre la manguera AC: ¿cuál es la presión del agua a la salida de la boquilla P de la fuente?
- Ahora además se abre la boquilla de salida de la fuente: ¿cuál es la velocidad del chorro de agua que sale de la boquilla P del tubo de la fuente?

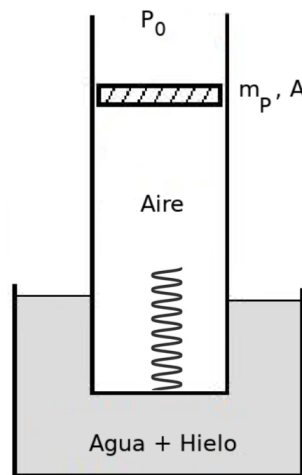
Expresa sus resultados en función de ρ , g , h_1 y h_2 .

Ejercicio 3: Termodinámica (50 pts)

Un cilindro de sección $A = 0,2 \text{ m}^2$ con un pistón de masa $m_p = 230 \text{ kg}$ contiene aire, que puede modelarse como un gas ideal diatómico. Dentro del cilindro, sujeto a su base, se encuentra un resorte con longitud natural $l_0 = 25 \text{ cm}$ y constante elástica desconocida, como se observa en la figura. El dispositivo se encuentra en un ambiente a presión atmosférica P_0 . Inicialmente el pistón está a una altura $h_1 = 30 \text{ cm}$, medida respecto a la base del cilindro, y el aire se encuentra en equilibrio termodinámico a una temperatura $T_1 = 600^\circ\text{C}$.

El dispositivo se pone en contacto térmico con una mezcla a 0°C de $m_h = 20 \text{ g}$ de hielo y $m_a = 80 \text{ g}$ de agua líquida, hasta que se alcanza el equilibrio térmico (estado final). El equilibrio térmico se alcanza cuando la temperatura del aire llega a los 20°C . Asuma que el aire y la mezcla de hielo y agua solo intercambian calor entre ellos.

Se asume que el pistón se puede desplazar sin rozamiento y que el proceso es cuasiestático.



- Demuestre que el pistón llega a tocar el resorte antes de alcanzar el estado final.
- Determine el calor total intercambiado entre el aire y la mezcla de hielo y agua durante todo el proceso.
- Determine, por un lado, el calor intercambiado por el aire, su cambio de energía interna y el trabajo realizado sobre el aire durante el proceso que ocurre antes de que el pistón alcance el resorte y, por otro lado, durante el proceso con resorte.

En lo que sigue del ejercicio, asuma que al alcanzar el equilibrio térmico el resorte se comprimió hasta tener un largo de aproximadamente $11,926 \text{ cm}$.

- Realice el diagrama P-V del proceso que sigue el aire, indicando presión y volumen de los estados relevantes y las isothermas asociadas a ellos.
- Calcule el cambio de entropía del universo para todo el proceso.

(Las partes a+b+c suman 25 pts, y las partes d+e otros 25 pts)