

Física 2 - Examen - 14 de Febrero de 2024

Escriba su **NOMBRE, CÉDULA Y NÚMERO DE PRUEBA** en todas sus hojas de respuestas. Escriba de forma clara y justifique sus respuestas indicando siempre las unidades pertinentes. Para la aprobación del examen es requerido al menos un problema completo y 50 % del puntaje total, correspondiendo a nota 3. El examen tiene 3,5 horas de duración.

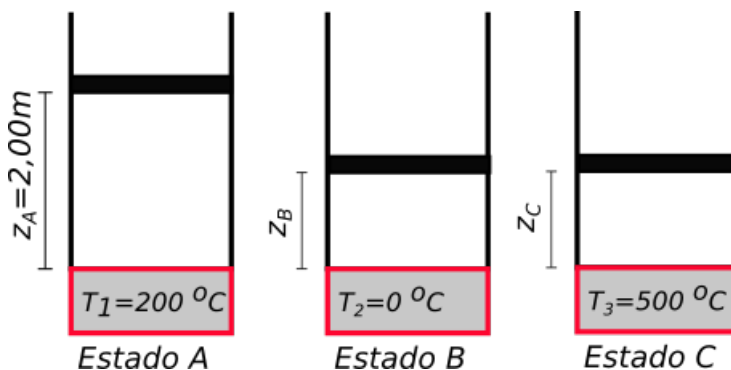
DATOS:

- $1\text{ lt} = 10^{-3}\text{ m}^3$
- Presión atmosférica: $P_{atm} = 101,325\text{ kPa}$
- Constante de los gases ideales: $R = 8,31\text{ J/mol.K} = 0,082\text{ atm.lt/mol.K}$
- Densidad del agua: $\rho_a = 1000,0\text{ kg/m}^3$
- Velocidad del sonido en el aire: $v_s = 343\text{ m/s}$.
- $\cos(a \pm b) = \cos(a)\cos(b) \mp \sin(a)\sin(b)$
- $\sin(a \pm b) = \sin(a)\cos(b) \pm \sin(b)\cos(a)$

1.

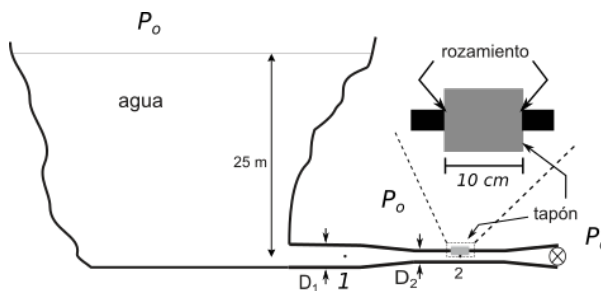
Considere un sistema de cilindro con pistón lleno de aire (supuesto un gas ideal diatómico) como el que muestra la figura. El pistón está sujeto a la presión atmosférica y tiene una masa $m = 10\text{kg}$, una área $A = 0,1\text{ m}^2$ y se puede mover libre de fricción. La pared lateral del cilindro y el pistón son adiabáticos mientras que la base del cilindro es diaterma. Inicialmente, el recipiente se encuentra en equilibrio térmico con un reservorio a $T_1 = 200^\circ\text{C}$. Además, el pistón se encuentra en equilibrio mecánico, estando este a una distancia $z_A = 2,00\text{m}$ respecto a la base del cilindro (estado **A**). Luego el gas es sometido a una serie de procesos que se describen a continuación. Se considera que todos los procesos son cuasiestáticos.

- I. Primero se pasa el recipiente para el contacto con una segunda reserva a $T_2 = 0^\circ\text{C}$. El gas intercambia calor con la reserva hasta alcanzar una temperatura de 20°C (estado **B**), momento en el cual se lo desconecta de la reserva térmica 2.
 - II. Luego se fija el pistón y el recipiente pasa al contacto térmico con una tercera reserva a $T_3 = 500^\circ\text{C}$ hasta que es desconectado de la misma *antes* de que alcance el equilibrio térmico con ella (estado **C**).
 - III. Finalmente se coloca el recipiente sobre una base adiabática y se libera el pistón para moverse, de modo que el gas alcance nuevamente el estado **A**.
- a) Bosqueje el diagrama P-V de todo el proceso.
 - b) Construya una tabla que indique las presiones, las temperaturas y las alturas z de los estados **A**, **B** y **C**.
 - c) Para cada proceso, calcule el calor intercambiado con la reserva respectiva y la variación de energía interna.
 - d) Calcule el trabajo neto del ciclo. Identifique si se trata de una máquina térmica o un refrigerador y calcule la eficiencia (o rendimiento) del mismo. Compare dicho valor con la eficiencia (o rendimiento) de un ciclo de Carnot que opere con las temperaturas extremas del ciclo original y discuta si la solución es coherente.
 - e) Calcule la variación de entropía del universo para todo el proceso.



2.

La figura representa una represa, la cual tiene un ducto cilíndrico para salida de agua, que se encuentra ubicado a 25 metros de profundidad y recorre un tramo horizontal, como el mostrado. El ducto de salida contiene una reducción en su diámetro, de manera que $D_1 = 5,0\text{ cm}$ y $D_2 = 4,8\text{ cm}$. A continuación, el ducto vuelve a tener su diámetro original y el agua pasa por una válvula. Cuando la válvula está abierta el agua sale a la atmósfera con flujo uniforme y constante. En la parte de menor diámetro hay un pequeño agujero superior cerrado por un tapón (de masa despreciable) que es mantenido en su posición únicamente por la fuerza de rozamiento estático en sus paredes laterales. Así, el diámetro del tapón es igual al diámetro del agujero, el cual es de 10 cm. Tal sistema de encastre del tapón al ducto soporta una fuerza de rozamiento estático máxima de 1000 N. Considere que el nivel del agua de la represa se mantiene constante.



- a) Determine la velocidad del fluido en la salida.
- b) En la condición de flujo constante, ¿se mueve el tapón? ¿En qué dirección apunta la fuerza de rozamiento sobre él?
- c) Considere que la válvula de salida es cerrada, de manera que el flujo se corta. Calcule la fuerza sobre el tapón en esta situación. ¿se mueve el tapón? ¿En qué dirección?

3.

La figura a) muestra una cañería C1 que puede proveer un caudal de agua constante de 2.5 litros por segundo. La cañería tiene una bifurcación con dos salidas de mismo diámetro (C2). Bajo cada una de las salidas, se encuentran 2 tubos verticales de largo $L = 1\text{ m}$ y áreas $A_1 = 2A_2$ y $A_2 = 50\text{ cm}^2$. Se abre la válvula de la cañería C1, permitiendo que los ductos se llenen parcialmente, hasta las alturas h_1 y h_2 .

- a) Encuentre una ecuación para describir la variación de las alturas de líquido ($h_1(t)$ y $h_2(t)$) en los tubos 1 y 2 durante el periodo de válvula abierta. Suponga que la válvula haya quedado abierta por 3 segundos, determine las alturas de líquido h_1 y h_2 en cada tubo.
- b) La figura b) muestra una situación genérica de un tubo parcialmente lleno indicando un sistema de referencia apropiado. Suponga que existen ondas viajeras armónicas que se propagan en el aire contenido en el interior del tubo. Aplicando las condiciones de borde apropiadas, encuentre la expresión para la onda estacionaria de presión $\delta p(x)$ resultante en el interior del tubo.
- c) Si cada uno de los tubos está lleno hasta las alturas h_1 y h_2 calculadas en la parte a), encuentre las frecuencias sonoras del primer modo normal de vibración (modo fundamental) del tubo 1 y el segundo modo normal del tubo 2. ¿Cuáles son las longitudes de onda correspondientes a estas frecuencias?

