

**Física 2 - Examen**

27 de Enero de 2021

**Justifique y explique claramente su trabajo.**

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

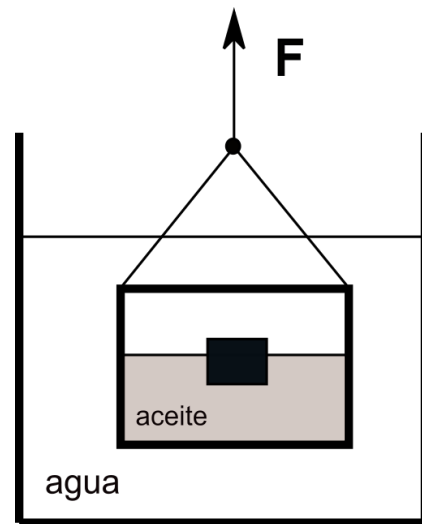
Identifique todas las hojas antes de entregar.

El examen consta de 3 ejercicios. Para aprobar se requiere un ejercicio completo correctamente resuelto, y al menos la mitad del puntaje total.

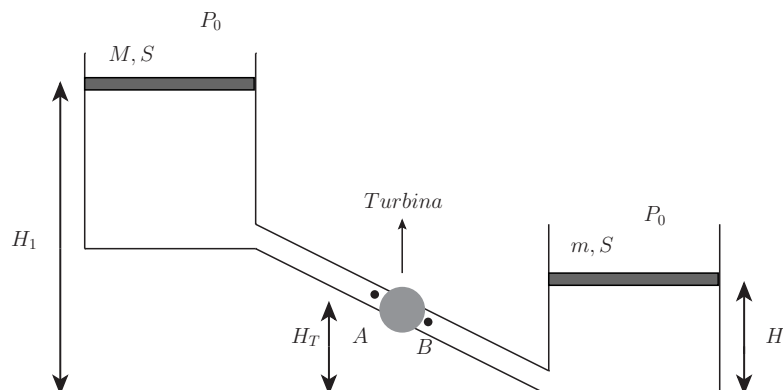
**Datos útiles para el examen:**

- Constante de los gases:  $R = 8,314 \text{ J/molK}$
- Velocidad de sonido en el aire:  $v_s = 343 \text{ m/s}$
- Densidad del agua  $\rho_{ag} = 1000 \text{ kg/m}^3$ .
- Presión atmosférica:  $P_o = 101,325 \text{ kPa}$

1. **Parte I.** Una caja cúbica de hierro (densidad  $\rho_{Fe}$  y arista  $L$ ) está formada por chapas de espesor  $\varepsilon$ . La caja cúbica está sostenida por dos cables que se unen en un nudo, sobre el cual actúa una fuerza  $F$ , como se muestra en la figura. El nudo se encuentra sobre la línea vertical que pasa por el centro de masa de la caja de hierro. La caja de hierro se encuentra completamente sumergida en agua (densidad  $\rho_{ag}$ ). El interior de la caja de hierro está parcialmente lleno por un aceite ( $V_{ace} = 0,7V_{caja}$  y densidad  $\rho_{ac}$ ). Sobre el aceite, un trozo de madera flota con 85 % de su volumen sumergido sobre el aceite. Si el volumen del trozo de madera es conocido ( $V_m$ ), encuentre una expresión para determinar la fuerza  $F$  en función de los datos del problema.



**Parte II.** Un tanque cilíndrico de sección  $S$  contiene un líquido de densidad  $\rho$ . Dicho tanque está cerrado por un pistón de masa  $M$  que se encuentra a una altura  $H_1$  del piso. Este tanque se conecta a un segundo tanque cilíndrico, también de sección  $S$ , cerrado por un pistón de masa  $m$  ( $m < M$ ), el cual se ubica a una altura  $H_2$  ( $H_2 < H_1$ ), como se muestra en la figura. En un punto del caño ubicado a una altura  $H_T$  del piso se coloca una turbina, que se utiliza para extraer trabajo del sistema. La sección del caño es mucho más pequeña que la de los tanques y es siempre constante. Durante todo el problema se asumirá que el proceso ocurre en régimen estacionario, de modo que  $H_1$  y  $H_2$  pueden suponerse constantes.



a) En la figura se indica el punto  $A$ , inmediatamente antes de la turbina, y el punto  $B$ , inmediatamente después. Asumiendo que ambos puntos se encuentran a la misma altura que la turbina, determine la

diferencia de presiones entre estos puntos  $P_A - P_B$  en función de los parámetros del problema. Indique claramente qué hipótesis usó para realizar el cálculo.

b) ¿Para qué valor de  $m$  la potencia de la turbina  $\dot{W}_T$  es máxima?

**2.** Considere un sistema cilindro-pistón, que contiene 1 mol de gas He, considerado como un gas ideal monoatómico. El pistón es adiabático y sin masa y no presenta rozamiento con sus paredes. Las paredes laterales del cilindro son adiabáticas y la base puede ser hecha diatérmica o adiabática dependiendo del proceso. Inicialmente, el sistema se encuentra en equilibrio térmico con una reserva a  $T_R = 300$  K y una presión de  $P_I = 200$  kPa (estado I). Luego, se ejecuta sobre él un proceso termodinámico, que está descrito abajo. Todos los procesos pueden ser considerados cuasiestáticos.

1. Sin dejar de mantener el contacto térmico con la fuente, el sistema se expande, aumentando su volumen hasta el triple del volumen inicial ( $V_I$ ) definiendo el estado II.

2. Entonces se separa el sistema de la reserva y se aísla térmicamente la base, de manera que todas las paredes se vuelven adiabáticas. Entonces se vuelve a reducir el volumen del cilindro hasta que este alcance el doble del volumen inicial  $V_I$ , lo que define el estado III.

3. Entonces, se pone el sistema en contacto térmico con una reserva que se encuentra precisamente a la temperatura del estado III ( $T_{III}$ ) y se efectúa una reducción de su volumen, manteniendo en todo momento el contacto térmico, hasta que el volumen del cilindro es igual a  $2/3$  del volumen inicial  $V_I$ , definiendo el estado IV.

a) Determine las presiones y las temperaturas de los estados II, III y IV y haga un diagrama PV del proceso.

b) Calcule la variación de energía interna entre los estados I y IV

c) Determine los intercambios de calor entre las fuentes, indicando cuando este ingresa o egresa del sistema, para los 3 procesos.

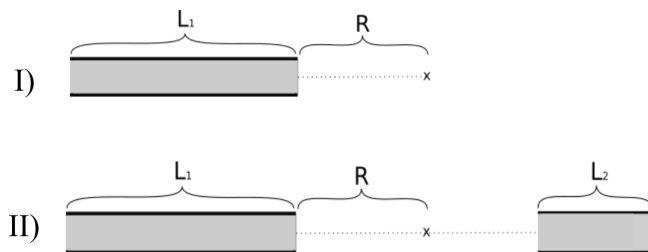
d) Determine los trabajos ejecutados *por* el gas para los 3 procesos.

e) Determine la variación de entropía del universo para los 3 procesos.

f) Si tuviera que conectar el estado IV con el estado I, a través de un 4<sup>to</sup> proceso, de manera de cerrar un ciclo termodinámico, ¿qué proceso elegiría con el fin de reducir la variación de entropía del universo a un mínimo posible? Suponiendo que se dé este caso, ¿cuál sería la nueva variación de entropía del universo? Complemente su diagrama PV con el 4<sup>to</sup> proceso elegido.

**3. Parte I** Un observador se encuentra parado a  $R = 40\text{ cm}$  de uno de los extremos abiertos de un tubo de largo  $L_1 = 60\text{ cm}$  en el cual resuena una onda de sonido en el tercer armónico, como muestra la figura I).

- a) Calcule la frecuencia y la longitud de onda del sonido.
- b) Si  $t$  es un instante del tiempo donde la sobrepresión es nula al largo de todo el tubo y  $T$  el periodo de la onda de sonido, realice una gráfica de la sobrepresión en el interior del tubo para cada uno de los instantes:  $t$ ,  $t + T/2$  y  $t + 3T/4$ . Justifique sus gráficos con ecuaciones matemáticas apropiadas.
- c) Si consideramos que, desde el extremo abierto, el tubo emite una onda de sonido esférica y que el observador escucha un nivel de intensidad sonora de 80 dB, determine la potencia media emitida por la fuente.



**Parte II** . Ahora se coloca un tubo con un extremo abierto y otro cerrado de largo  $L_2 = 30\text{ cm}$  resonando en su segundo armónico, como muestra a la figura II).

- d) ¿El observador percibirá pulsaciones? En caso de respuesta afirmativa, calcule la frecuencia de dichas pulsaciones.
- d) ¿A qué velocidad deberá alejarse el tubo de largo  $L_2$  del observador para que las pulsaciones percibidas por el observador sean de 5Hz?