

## Física 2 – Prueba final presencial

11 de julio de 2020

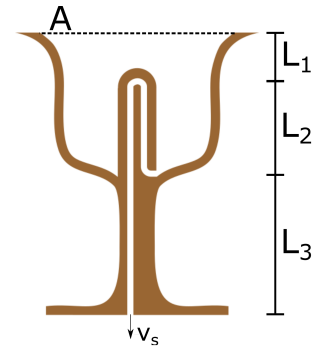
**Justifique y explique claramente su trabajo.** Indique las unidades de las magnitudes en los resultados intermedios y finales. Identifique y revise su trabajo antes de entregar.

La prueba dura 3,5 horas, y tiene asignado un total de 70 puntos.

### Ejercicio 1 (15 puntos)

La copa Pitagórica es un dispositivo, cuya creación es atribuida al matemático Pitágoras. La misma se muestra en la figura (©N. Dilmen, CC BY-SA 3.0) y consiste en una copa, la cual tiene en el interior de la base un caño de sección **constante**  $a$  que se conecta con el interior de la copa, permitiendo la salida del líquido a través de la base.

Considere conocidas las distancias  $L_1$ ,  $L_2$  y  $L_3$ . En todo momento se supondrá el flujo del fluido como estacionario.

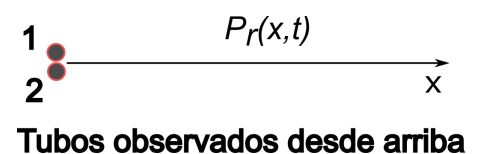
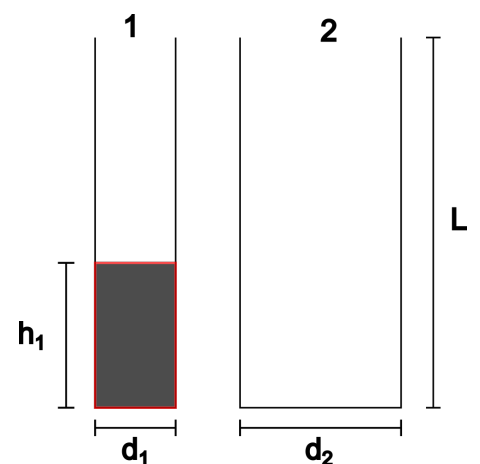


- Si la copa se encuentra inicialmente vacía y comienza a llenarse, ¿a partir de qué altura (medida desde la base), la copa comienza a vaciarse?. Justifique su respuesta.
- Suponiendo que la copa está completamente llena, determinar el valor de la velocidad de salida del fluido  $v_s$  en el instante inicial, en función de  $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ , la densidad del fluido de trabajo  $\rho$ , la sección de la copa  $A$  (suponiendo la misma constante) y la sección de salida  $a$ .

### Ejercicio 2 (15 puntos)

La figura muestra dos tubos verticales de diámetros  $d_1 = 5\text{ cm}$  y  $d_2 = 2d_1$ , y altura  $L = 1,6\text{ m}$ . El tubo 1 está parcialmente lleno de líquido, hasta una altura  $h_1 = 1,2\text{ m}$ . Sobre la superficie del líquido, se forma en el tubo una columna de aire. Al soplar, el tubo resuena en su frecuencia fundamental  $f_1^{T1}$ .

- Determine la frecuencia  $f_1^{T1}$ .
- Se rellena el tubo 2 con el **mismo** volumen de líquido del tubo 1. Si se sabe que el tubo 2 resuena en su segundo armónico, ¿qué frecuencia  $f_2^{T2}$  se oye al soplarlo?
- Suponga que ambos tubos resuenan en fase en las frecuencias  $f_1^{T1}$  y  $f_2^{T2}$  calculadas anteriormente, y están dispuestos según la configuración de la figura. Cada uno de ellos genera una onda sinusoidal de sonido descritas por las funciones  $\Delta p_1(x, t)$  y  $\Delta p_2(x, t)$ , con sus respectivas frecuencias e igual amplitud. Demuestre que la onda resultante  $\Delta p_r(x, t)$  genera un efecto de batido, y determine la frecuencia de batido.



### Ejercicio 3 (40 puntos)

Se tienen 5 moles de un gas ideal diatómico contenidos en un recipiente cerrado por un pistón. Inicialmente, el gas ocupa un volumen  $V_A$  y está en equilibrio con una reserva térmica **1** a temperatura  $T_1$  (estado **A**).

Se hace pasar al sistema por cuatro procesos cuasiestáticos de forma secuencial. En todo momento, el gas intercambia calor **solamente** con las reservas térmicas mencionadas.

- *Primer proceso:* se comprime el gas desde el estado **A** hasta el estado **B**, donde  $V_B = V_A/4$ , manteniendo en todo momento el contacto con la reserva térmica **1**.
- *Segundo proceso:* se sustituye la reserva térmica **1** por otra reserva térmica **2** (que se encuentra a temperatura  $T_2 = 2T_1$ ), y se deja mover el pistón libremente hasta que se alcanza el equilibrio térmico (estado **C**).
- *Tercer proceso:* el gas se expande de manera que vuelve a ocupar el volumen  $V_A$ , manteniendo en todo momento el contacto con la reserva térmica **2** (definiendo así el estado **D**).
- *Cuarto proceso:* se fija el pistón, se intercambia la reserva térmica **2** por la **1** y se permite que el sistema alcance un nuevo equilibrio térmico.

- a) Determine la presión, el volumen y la temperatura en todos los puntos relevantes del proceso, en función de  $T_1$  y  $V_A$ . Expresé los resultados en una tabla.
- b) Dibuje un diagrama  $P$ - $V$  con los procesos descritos anteriormente, señalando las isotermas relevantes. ¿El proceso descrito es un ciclo? De serlo, ¿corresponde el ciclo a una máquina térmica o un refrigerador?
- c) Determine el trabajo neto realizado sobre el gas en el proceso, en función de  $T_1$  y  $V_A$ .
- d) Calcule la variación de entropía del universo en el proceso completo.

#### Datos y fórmulas útiles para el parcial:

- La velocidad del sonido en el aire es  $v_s = 343$  m/s
- La constante de los gases ideales es  $R = 8,314$  J/K
- $\sin a + \sin b = 2 \sin[(a+b)/2] \cos[(a-b)/2]$
- $\sin^2 a = [1 - \cos(2a)]/2$
- $\cos a + \cos b = 2 \cos[(a+b)/2] \cos[(a-b)/2]$
- $\cos^2 a = [1 + \cos(2a)]/2$