PROBLEMA 1

a) La copa comienza a vaciarse a partir de una altura $\boxed{L_2+L_3}$ (medida desde la base).
(Principio de un sifón).

b) Sea una línea de corriente que une la superficie libre de sección A con la salida en la base de la copa. Sea v_1 la velocidad del fluido en la sección A y v_2 la veloc. de salida.

- Continuidad: $A v_1 = a v_2$
- Bernoulli: $P_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$ → $P_1 = P_2 = P_0$; → $y_1 = L_1 + L_2 + L_3$; → $y_2 = 0$

$$\Rightarrow \rho g (L_1 + L_2 + L_3) = \frac{1}{2}\rho (v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}\rho v_2^2 \left[1 - \frac{a^2}{A^2}\right]$$

$$\Rightarrow \boxed{v_2 = \sqrt{\frac{2g(L_1+L_2+L_3)}{(1 - a^2/A^2)}}}$$

PROBLEMA 2

a) El sistema es un tubo abierto-cerrado: $f_n^{AC} = \frac{(2n-1)v_s}{4L_T}$, $n = 1, 2, \ldots$

En el modo fundamental (primer armónico): $f_1^{AC} = \frac{v_s}{4L^{T_1}} \Rightarrow \boxed{f_1^{T_1} = \frac{v_s}{4(L-h_1)} = 214\,Hz}$

b) Ambos tubos tienen el mismo volumen de líquido. Voy a necesitar $L^{T2} = L - h_2$ / h_2 es la altura del líquido en tubo 2.

$$V_{T1} = V_{T2} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} \pi \frac{D_1^2}{4} \cdot h_1 = \pi \frac{D_2^2}{4} \cdot h_2 \\ \\ 2D_1 = D_2 \end{array}\right\} \pi \frac{D_1^2}{4} h_1 = \pi \frac{4D_1^2}{4} h_2 \Rightarrow \boxed{h_2 = \frac{h_1}{4} = 0.3\,m}$$

La resonancia del Tubo 2 es en el segundo armónico:

$$\boxed{f_2^{T_2} = \frac{3 v_s}{4 L^{T_2}} = \frac{3 v_s}{4(L-h_2)} = 198\ Hz}$$

c) Ambos tubos podemos modelarlos según la teoría por fuentes sinusoidales de igual amplitud:

$$\Delta P_1(x,t) = \Delta P_m \sin(kx - w_1 t)$$

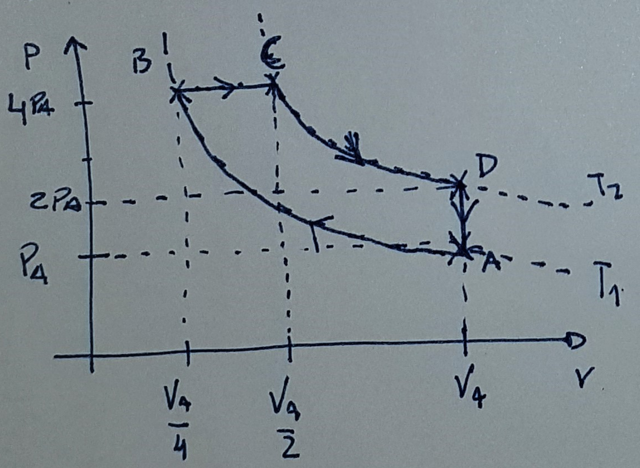
$$\Delta P_2(x,t) = \Delta P_m \sin(kx - w_2 t)$$

$$\Delta P_r(x,t) = \Delta P_1(x,t) + \Delta P_2(x,t) = 2\Delta P_m \cos\left(\left(\frac{w_1-w_2}{2}\right)t\right)\sin\left(kx - \left(\frac{w_1+w_2}{2}\right)t\right)$$

Ppio. de superposición

$$\Rightarrow \omega_{BATIDO} = |w_1 - w_2| \Rightarrow \boxed{f_{BAT} = |f_1 - f_2| = 16\ Hz}$$

PROBLEMA 3



	A	B	C	D
P	P_A	$4P_A$	$4P_A$	$2P_A$
V	V_4	$V_4/4$	$V_4/2$	V_4
T	T_1	T_1	$2T_1$	$2T_1$
n	n	n	n	n

- $P_A = nRT_1/V_4$. ⟶ Voy a usar P_A en la tabla para simplificar.
- A → B isotermo $\Rightarrow P_A V_4 = P_B V_B = \frac{P_B V_4}{4} \Rightarrow \boxed{P_B = 4P_A}$
- B → C isóbaro $\Rightarrow \frac{T_B}{V_B} = \frac{T_C}{V_C} \Rightarrow V_C = \frac{T_C}{T_B} \cdot V_B = 2 \cdot V_B = \frac{2V_4}{4} = \boxed{\frac{V_4}{2} = V_C}$
- C → D isotermo $\Rightarrow P_C V_C = P_D V_D \Rightarrow P_D = \frac{P_C V_C}{V_D} = 4P_A \cdot \frac{V_4}{2} \cdot \frac{1}{V_4} = \boxed{2P_A = P_D}$

c) $W_N = {}_AW_B + {}_BW_C + {}_CW_D + {}_DW_A$

- $A \to B$ isotermo a $T_1 \Rightarrow {}_AW_B = -nRT_1 \ln(1/4) = nRT_1\ln(4)$
- $B \to C$ isóbaro a $4P_A \Rightarrow {}_BW_C = -4P_A.(V_A/2 - V_A/4) = -P_AV_A$.
- $C \to D$ isotermo a $T_2 = 2T_1 \Rightarrow {}_CW_D = -nRT_2\ln(2) = -nRT_1.2.\ln(2) = -nRT_1\ln(4)$
- $D \to A$ isócoro a $V_A \Rightarrow {}_DW_A = 0$

$\Rightarrow \boxed{W_N = -P_AV_A} \Rightarrow$ Es una MÁQUINA TÉRMICA. (otra forma de verlo es que el proceso es cíclico y horario).

d) $\Delta S_u = \underbrace{\Delta S_g}_{0\,(\text{ciclo})} + \Delta S_{amb} = -\dfrac{|Q_H|}{\underbrace{2T_1}_{\text{Temp. res. Térmica } 2}} + \dfrac{|Q_L|}{\underbrace{T_1}_{\text{Temp. RT } 1.}}$, siendo Q_H el calor transferido al gas desde $2T_1$, y Q_L el calor liberado por el gas a T_1.

- $Q_H = {}_BQ_C + {}_CQ_D \Rightarrow {}_BQ_C = nC_P(2T_1 - T_1) = nC_PT_1$

$${}_CQ_D = {}_C\Delta U_D - {}_CW_D = -{}_CW_D = nRT_1\ln(4)$$

$\Rightarrow \boxed{Q_H = nC_PT_1 + nRT_1\ln(4)}$

- $Q_L = {}_DQ_A + {}_AQ_B \Rightarrow {}_DQ_A = nC_V(T_1 - 2T_1) = -nC_VT_1$

$${}_AQ_B = {}_A\Delta U_B - {}_AW_B = -{}_AW_B = -nRT_1\ln(4)$$

$\Rightarrow \boxed{Q_L = -[nC_VT_1 + nRT_1\ln(4)]}$

$$\Rightarrow \Delta S_u = -\frac{(nC_PT_1 + nRT_1\ln(4))}{2T_1} + \frac{(nC_VT_1 + nRT_1\ln(4))}{T_1} =$$

$$= -\frac{(nC_P + nR\ln(4))}{2} + (nC_V + nR\ln(4)) = 60\ \text{J/K}$$

$\uparrow$

$n = 5$ mol

$C_P = \frac{7}{2}R \quad || \quad C_V = \frac{5}{2}R$