Ej. 1: Sust: Aire (Diatómico, $\gamma = 1{,}4$), $n = 2$ mol

a)

	1	2	3	4
P(kPa)	38,2	38,2	114,6	114,6
V(m^3)	0,1	0,111	0,0506	0,0456
n(mol)	2	2	2	2
T(K)	229,7	255	348,7	314

- Datos: $P_3 = P_4 = 114{,}6$ kPa

  $P_1 = P_2 = P_3/3 = 38{,}2$ kPa

  $V_1 = 0{,}1\ m^3$; $V_2 = 0{,}111\ m^3$

- $2 \to 3$: Adiabático $\Rightarrow P_2 V_2^\gamma = P_3 V_3^\gamma \Rightarrow V_3 = \left[\frac{P_2}{P_3} V_2^\gamma\right]^{1/\gamma} = \frac{V_2}{3^{1/\gamma}} = 0{,}0506\ m^3$

- $4 \to 1$: Adiabático $\Rightarrow P_4 V_4^\gamma = P_1 V_1^\gamma \Rightarrow V_4 = \left[\frac{P_1}{P_4} V_1^\gamma\right]^{1/\gamma} = \frac{V_1}{3^{1/\gamma}} = 0{,}0456\ m^3$

- Temperaturas de cada estado: $T = \frac{PV}{nR}$

b) El ciclo es antihorario $\Rightarrow$ es un refrigerador

- 1ra. ley: $\Delta U^{ciclo} = Q^{ciclo} + W^{ciclo} = 0$ (Por ser un ciclo) $\Rightarrow \boxed{-Q^{ciclo} = W^{ciclo}}$

$Q^{ciclo} = {}_1Q_2 + {}_2Q_3 + {}_3Q_4 + {}_4Q_1 \Rightarrow {}_2Q_3 = {}_3Q_4 = 0$ (Adiabáticos)

$$\left.\begin{aligned} {}_1Q_2 &= n C_P (T_2 - T_1) \\ {}_3Q_4 &= n C_P (T_4 - T_3) \end{aligned}\right\} \text{Procesos isóbaros}$$

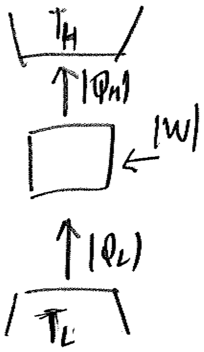
$\Rightarrow Q^{ciclo} = n C_P (T_2 + T_4 - T_3 - T_1) = -547{,}06\ J \Rightarrow \boxed{W^{ciclo} = 547{,}06\ J}$ ($W > 0 \Rightarrow$ refrigerador)

c) $COP_{ref} = \frac{|Q_L|}{|W^{ciclo}|} = \frac{|n C_P (T_2 - T_1)|}{|-n C_P (T_2 + T_4 - T_3 - T_1)|} = \frac{|T_2 - T_1|}{|T_2 + T_4 - T_3 - T_1|} = \boxed{2{,}69 = COP_{ref}}$

El ciclo no es reversible porque las transferencias de calor de los procesos $1 \to 2$ y $3 \to 4$ no es a temperatura constante.

d) $\Delta S_u = \Delta S_{MT} + \Delta S_{TH} + \Delta S_{TL} \Rightarrow \Delta S_{MT} = 0$ (ciclo)

$$\Delta S_{TH} = \int \frac{\delta Q}{T} = \frac{1}{T_H}\int \delta Q = \frac{|Q_H|}{T_H}$$



$$\Delta S_{TL} = -\frac{|Q_L|}{T_L}$$

$$\Rightarrow \Delta S_u = \frac{|Q_H|}{T_H} - \frac{|Q_L|}{T_L} = \frac{|nC_p(T_4 - T_3)|}{T_H} - \frac{|nC_p(T_2 - T_1)|}{T_L} =$$

· Las Transf. de calor se dan en los procesos $1 \to 2$ y $3 \to 4$. En el Proceso $1 \to 2$ entra calor al sistema desde T_L. Como las temperaturas en dicho proceso varían de 229,7 K a 255 K $\Rightarrow$ la transferencia de calor es posible si $\underline{T_L = 330\,K}$.

· Con un razonamiento análogo en el proceso $3 \to 4 \Rightarrow \underline{T_H = 245\,K}$

$$\Rightarrow \boxed{\Delta S_u = \frac{|nC_p(T_4 - T_3)|}{245\,K} - \frac{|nC_p(T_2 - T_1)|}{330\,K} = 3,\cancel{78}\ J/K}$$

Ej-2: $\phi_m = 2\ g/s$

$S_1 = S_2 = 0{,}2\ cm^2 = 2\times10^{-5}\ m^2$

a) Flujo másico: $\phi_m = \rho . S . v \Rightarrow$ Veloc. llenado: $\boxed{v_1 = \frac{\phi_m}{S_1 \rho_e} = 0{,}127\ m/s}$

$$\boxed{v_2 = \frac{\phi_m}{S_2 \rho_a} = 0{,}1\ m/s}$$

b) Velocidad de llenado es constante $\Rightarrow$ $\boxed{z_1(t) = v_1 t = \frac{\phi_m}{S_1 \rho_e} . t}$

$$\boxed{z_2(t) = v_2 t = \frac{\phi_m}{S_2 \rho_a} . t}$$

c) Luego de 5 s de llenado: $z_1(t=5s) = 0{,}635\ m$

$z_2(t=5s) = 0{,}5\ m$

$\Rightarrow$ Presión manométrica: $\boxed{\begin{array}{l}\bar{P}_1 = P_1(\text{base}) - P_0 = \rho_e\, g\, z_1 = 4910\ Pa \\ \bar{P}_2 = P_2(\text{base}) - P_0 = \rho_a\, g . z_2 = 4900\ Pa\end{array}}$

d) Tubos son A-C $\Rightarrow f_n = \frac{(2n-1)\, v_s}{4L}$ $(n = 1, 2, 3, \dots)$

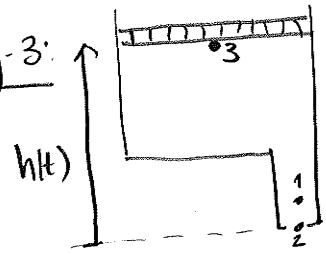
Fundamental: $n=1 \Rightarrow f_1 = \frac{v_s}{4L} \Rightarrow$ En t^*: $f_1^{(1)} = \frac{v_s}{4(L_1 - z_1(t^*))} = f_1^{(2)} = \frac{v_s}{4(L_2 - z_2(t^*))}$

$$\Rightarrow \boxed{t^* = \frac{S_1(L_1 - L_2)}{\phi_m} . \left(\frac{1}{\rho_e} - \frac{1}{\rho_a}\right)^{-1} = 7{,}48\ s}$$

Para tubo 1: $L_1 - z_1(t^*) = 0{,}05\ m \Rightarrow \boxed{f_1^{(1)} = \frac{v_s}{4(L_1 - z_1(t^*))} = 1{,}72\ kHz} \rightarrow$ Audible

" " 2: $L_2 - z_2(t^*) = 0{,}05\ m$

Ej-3:



$S_0 = 3\,m^2$

$S = 80\,cm^2$

$M = 900\,kg$

$H = 1{,}2\,m$

$L = 0{,}5\,m$

a) • Bernoulli entre punto 3 y 2: $P_3 + \rho g(H+L) + \frac{1}{2}\rho v_3^2 = P_0 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

• $P_3 = P_0 + \frac{Mg}{S_0}$

• Continuidad: $S_0 v_3 = S_2 v_2$ $\Big\}$ $v_3 = \frac{S}{4S_0} \cdot v_2$

$S_2 = S/4$

$$\Rightarrow P_0 + \frac{Mg}{S_0} + \rho g(H+L) = P_0 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \underbrace{\left[1 - \frac{S^2}{16 S_0^2}\right]}_{\approx 1} \Rightarrow \boxed{v_2 = \sqrt{\left[\frac{Mg}{S_0} + \rho g(H+L)\right] \cdot \frac{2}{\rho}} = 6{,}26\,m/s}$$

• Bernoulli entre 1 y 2: $P_1 + \cancel{\rho g h_1} + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_0 + \cancel{\rho g h_2} + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \Rightarrow$

aprox. iguales

. Continuidad: $S_1 v_1 = \frac{S}{4} v_2 \Rightarrow v_1 = \frac{v_2}{4}$

$$\Rightarrow \boxed{P_1 - P_0 = \frac{1}{2}\rho v_2^2 \left[1 - \frac{1}{16}\right] = 18369\,Pa}$$

b) Sea v_3 la velocidad de bajada del pistón y $h(t)$ la ley horaria del mismo.
Por conserv. de energía, se puede ver que:

$$v_3 = \sqrt{\frac{2gh(t)}{K} + \frac{2Mg}{\rho S_0 K}} = -\frac{dh(t)}{dt} \longrightarrow \text{Ec. dif. a resolver} \quad // \quad K = \frac{S_0^2}{(S/4)^2} - 1$$

$$\Rightarrow \text{Llamando } \alpha = 2g/K, \quad \beta = \frac{2Mg}{\rho S_0 K} \quad \Big\} \int_{L+H}^{L} \frac{dh(t)}{\sqrt{\alpha h(t) + \beta}} = \int_0^{t^*} -\,dt \Rightarrow \boxed{t^* = \frac{-2}{\alpha}\left[\sqrt{\alpha L + \beta} - \sqrt{\alpha(L+H) + \beta}\right] = 352\,s}$$