Ejercicio 1

Parte a)

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} \tag{1}$$

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \tag{2}$$

De 1 y 2 $\Rightarrow f = \frac{nv}{2L}$. Como la frecuencia natural es $f_1 = 330Hz$ y la frecuencia al pulsar es $f_1^{'} = 392Hz$ entonces:

$$\frac{f_1}{f_1^{'}} = \frac{L_1}{L_1^{'}} \tag{3}$$

Por lo que $L_1^{'} = 0,84L_1$.

Parte b)

Tenemos que:

$$\begin{cases} f_1 = \frac{v_1}{2L} = 330\ Hz \\ v_1 = \sqrt{\frac{T_1}{\mu}} \\ f_2 = \frac{v_2}{2L} = 316\ Hz \\ v_2 = \sqrt{\frac{T_2}{\mu}} \end{cases} \Rightarrow \boxed{\frac{T_1}{T_2} = \left(\frac{f_1}{f_2}\right)^2 = 1,09} \tag{4}$$

Parte c)

Dado que se están pulsando dos cuerdas de distintas frecuencias simultáneamente ocurre un batido. La frecuencia percibida corresponde al promedio de ambas:

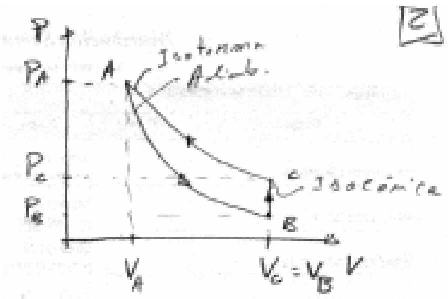
$$\boxed{\frac{f_1 + f_2}{2} = 323\ Hz} \tag{5}$$

Por otro lado, la frecuencia de la pulsación es $f_1 - f_2$, o sea 14 pulsaciones por segundo.

Ejercicio 2

Parte a)

El estado A corresponde a $P_A = 1\ atm$, $T_A = 300\ K$ y $V_A = 10\ \ell$



El proceso AB es adiabÃ¡tico reversible con $\gamma = c_p/c_v$ y $V_B = 20\ell$ por lo que:

$$P_A V_A^\gamma = P_B V_B^\gamma \Rightarrow P_B = \left(\frac{V_A}{V_B}\right)^\gamma P_A \tag{6}$$

$$\Rightarrow P_B = 0{,}307 P_A \tag{7}$$

A su vez por la ley general de los gases ideales:

$$\frac{P_A V_A}{T_A} = \frac{P_B V_B}{T_B} \Rightarrow T_B = \frac{P_B}{P_A}\frac{V_B}{V_A} T_A \Rightarrow \boxed{T_B = 0{,}61 T_A} \tag{8}$$

El proceso BC es a volumen constante y el proceso CA es isotérmico se tiene que $T_A = T_C$. Entonces,

$$V_B = V_C \tag{9}$$

$$P_C V_C = P_A V_A \Rightarrow P_C = \frac{1}{2} P_B \tag{10}$$

Parte b)

Proceso AB

El proceso AB es adiabático $\Rightarrow Q_A B = 0$. Por otra parte el trabajo del gas en un proceso adiabático está dado por:

$$W_{AB} = -\int_A^B P dV = -cte \int_A^B V^\gamma dV, cte = P_A V_A^\gamma \tag{11}$$

$$W_{AB} = -\frac{cte}{1-\gamma}\left(V_B^{1-\gamma} - V_B^{1-\gamma}\right) = \frac{1}{\gamma - 1}\left(P_B V_B - P_A V_A\right) \tag{12}$$

$$\Rightarrow W_{AB} = -585\ J \tag{13}$$

Proceso BC

El proceso BC es a $V = cte \Rightarrow W_B C = 0\ J$. Por la 1era ley de la termodinámica $\Delta E_{int} = Q + W$ por lo que $Q = n\overline{c_V}\Delta T$

$$\Rightarrow Q_{BC} = 585\ J \tag{14}$$

Proceso CA

El proceso CA es isotérmico por lo que $\Delta E_{int} = 0$, entonces $Q = -W$. El trabajo isotérmico está dado por:

$$W_{CA} = -\int_{V_C}^{V_A} P dV = n\overline{R} T_A \log\frac{V_C}{V_A} = P_A V_A \log 2 = 693\ J \tag{15}$$

$$Q_{CA} = -693\ J \tag{16}$$

Parte c)

$$\Delta S_{AB} = 0\ J/K \tag{17}$$

$$\Delta S_{BC} = n\overline{c_V}\int_{T_B}^{T_C}\frac{dT}{T} = \frac{3}{2}\frac{P_A V_A}{T_A}\log\frac{T_A}{T_B} = 2,31\ J/K \tag{18}$$

$$\Delta S_{CA} = \frac{Q_{CA}}{T_A} = -2,31\ J/K \tag{19}$$

Ejercicio 3

Parte a)

De los datos: $n = 1,2$ moles $T_R = 1500\ K$, $V_1 = 0,025$ m^3, $M_{piston} = 15$ Kg.
La ley de Newton para el pistón:

$$P_a A + M_{piston} g = k(L - x) + PA,$$

donde $P_a = P_0 + \rho g(L - x)$, es la presión ejercida por el agua y P es la presión del gas. Vale para cualquier altura del pistón x. Para que $P \neq f(x)$, $dP/dx = 0$. Entonces,

$$P = P_0 + \frac{M_{piston} g}{A} + (\rho g - k/A)(L - x) \quad (20)$$

$$\frac{dP}{dx} = 0 \Rightarrow \rho g - k/A = 0 \Rightarrow k = \rho g A \quad (21)$$

Parte b)

$$P_1 = P_0 + \frac{M_{piston} g}{A} = 101,47 \text{ kPa} \quad (22)$$

$$T_1 = \frac{P_1 V_1}{nR} = 254,4 \text{ K} \quad (23)$$

Parte c)

Si P no depende de la posición, entonces el proceso es a P constante.
Estado final $P_2 = P_1$, $V_2 = 4V_1 \Rightarrow T_2 = (V_2/V_1)\, T_1 = 4T_1$.

Parte d)

$$Q = nC_p (T_2 - T_1) = 26,6 \text{ kJ} \quad (24)$$

$$W = -P (V_2 - V_1) = -7,6 \text{ kJ} \quad (25)$$

$$\Delta U = Q + W = 19 \text{ kJ} \quad (26)$$

Parte e)

$$\Delta S_{gas} = \int_1^2 \frac{nC_p dT}{T} = nC_p \ln \frac{T_2}{T_1} = 48,4 \text{ J/K} \quad (27)$$

$$\Delta S_{gas} = -\frac{Q}{T_R} = -17,8 \text{ J/K} \quad (28)$$

Ejercicio 4

Parte a)

Bernoulli entre 0 y 1

$$P_0 + \rho g h = P_0 + \frac{\rho v_1^2}{2} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2gh} \quad (29)$$

$$\text{Continuidad} : v_2 = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 v_1 \quad (30)$$

El balance de fuerzas sobre el tapón queda:

$$A_{tapon}\,|P_2 - P_0| > 30 \text{ kN el tapón se mueve.} \tag{31}$$

Bernoulli entre 0 y 2

$$P_0 + \rho g h = P_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} \Rightarrow A_{tapon}\,(P_2 - P_0) = -28{,}8 \text{ kN, tapón no se mueve.} \tag{32}$$

Parte b)

Como $A_{tapon}\,(P_2 - P_0) < 0$, el flujo chupa el tapón para dentro, entonces la fuerza de rozamiento apunta para arriba.

Parte c)

Sin flujo, $P_2 = P_1 = P_0 + \rho g h > 0$. El fluido empuja el tapón para arriba y la fuerza de rozamiento apunta para abajo.