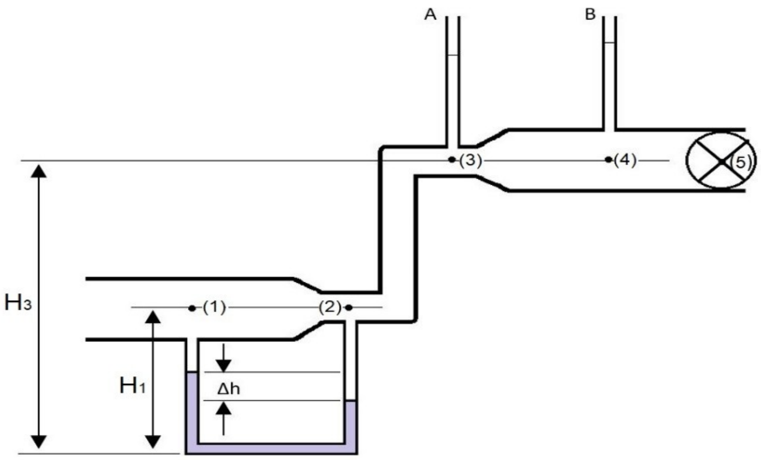
Solución problema 1:



a Sean D el punto más alto en la columna de mercurio de la derecha, H_{aux} su altura y C el punto a la misma altura en la columna de la izquierda, entonces

$P_C = P_D \Rightarrow P_1 + \rho g(H_1 - H_{aux} - \Delta h) + \rho_2 g\Delta h = P_2 + \rho g(H_1 - H_{aux})$
como $P_1 = P_2$ porque están a la misma altura
$\Rightarrow -\rho g(\Delta h) + \rho_2 g\Delta h = 0$
$\Rightarrow (\rho_2-\rho)*\Delta h = 0$
$\Rightarrow \Delta h = 0$

b La columna h_B será más alta que la columna h_A.
Justificación:
Por continuidad, $v_3*S_3 = v_4*S_4$ y como $S_4>S_3$, se tiene que $v_3>v_4$. Además, aplicando Bernoulli entre (3) y (4) se obtiene
$P_3 + ½ \rho v_3^2 = P_4 + ½ \rho v_4^2 \Rightarrow P_3< P_4$
Dado que
$P_3 = P_0 +\rho g h_A$
$P_4 = P_0 +\rho g h_B$
Entonces $h_B>h_A$

c Por continuidad$v_1*S_1 = v_4*S_4 = v_4*S_1 \Rightarrow \boldsymbol{v_1 = v_4}$

Usando lospuntos C y D de la parte a) y aplicando estática enel tubo en U:
$P_C = P_D \Rightarrow P_1 + \rho g(H_1 - H_{aux} - \Delta h) + \rho_2 g\Delta h = P_2 + \rho g(H_1 - H_{aux})$
$\Rightarrow \mathbf{P_2 - P_1} = \rho_2 g\Delta h - \rho g\Delta h = \mathbf{(\rho_2- \rho)g\cdot\Delta h}$ **(●₁)**

Aplicando Bernoulli entre (1) y (2):
$P_1 + ½ \rho v_1^2 + \rho g H_1 = P_2 + ½ \rho v_2^2 + \rho g H_1$
$\Rightarrow \mathbf{P_2 - P_1} = ½ \rho(v_1^2 - v_2^2) = \mathbf{½ \rho(v_4^2 - v_2^2)}$ **(●₂)**

Igualando **(●₁) = (●₂)**se obtiene
$(\rho_2 - \rho)g\cdot\Delta h = ½ \rho(v_4^2 - v_2^2)$
$\Rightarrow \quad \Delta h = ½ \rho(v_4^2 - v_2^2) / (\rho_2 - \rho)g$
$\boldsymbol{\Delta h = (v_4^2 - v_2^2) / 25{,}2\cdot g}$
Por lo tanto, sustituyendolos valores

Δh = -0,26 m

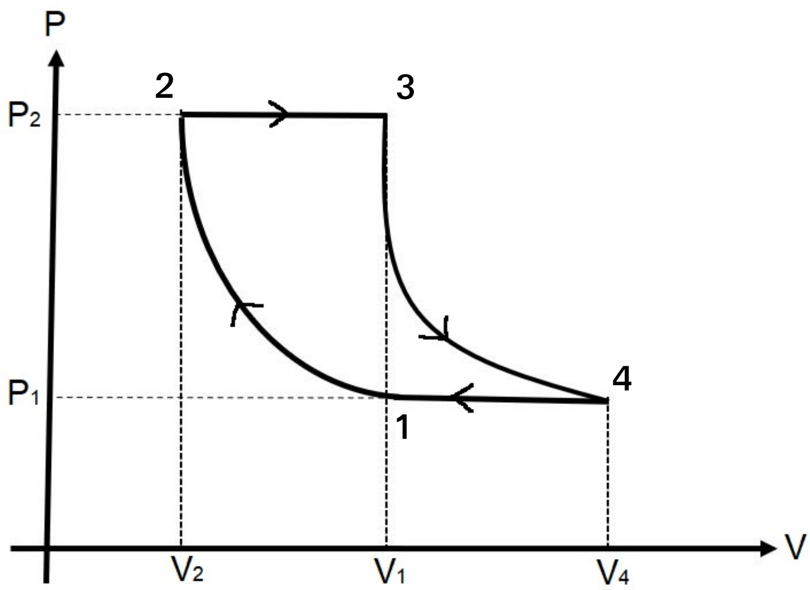
Obs: el signo de menos indica que la columna de la derecha en el tubo en U es más alta que la columna de la izquierda.

Solución problema 2:

a) $\lambda_1 = 2\,L = 0.68$ m, $\lambda_2 = L = 0.34$ m, $\lambda_3 = 2\,L/3 = 0.23$ m. $\nu_1 = 440$ Hz, $\nu_2 = 880$ Hz, $\nu_3 = 1324$ Hz.
b) $\nu_{cuerda} = \nu_{sonido}$, por lo tanto: $\lambda_{sonido} = (v_{sonido}/v_{cuerda})\,\lambda_{cuerda} = (343/299)\,\lambda_{cuerda} = 1.15\ \lambda_{cuerda}$;
$\lambda_{sonido} = 0.78$ m, $\lambda_{sonido} = 0.39$ m, $\lambda_{sonido} = 0.26$ m.
c) 443 o 437 Hz.
d) 443 Hz
e) el oyente se mueve hacia el violín con una velocidad de: 3,94 m/s

Solución problema 3:

a)



b)

	Estado 1	Estado 2	Estado 3	Estado 4
P (kPa)	*200*	400	400	200
V (m^3)	*0,027*	0,0135	0,027	0,0443
T (K)	324,7	324,7	649,5	532,8

Usando PV = nRT $\rightarrow$ T_1 = 324,7 K
De letra $V_2 = V_1/2 = 0{,}0135\ m^3$
Proceso 1$\rightarrow$2 isotérmico $\Rightarrow$ $T_2 = T_1$ = 324,7 K
Usando PV = nRT $\rightarrow$ P_2 = 400 kPa
Proceso 2$\rightarrow$3 isobárico $\Rightarrow$ $P_3 = P_2$ = 400 kPa
De letra $V_3 = V_1 = 0{,}027\ m^3$
Usando PV = nRT $\rightarrow$ T_3 = 649,5 K
Proceso 4$\rightarrow$1 isobárico $\Rightarrow$ $P_4 = P_1$ = 200 kPa

Proceso 3→4 adiabático $\Rightarrow P_3V_3^{1,4} = P_4V_4^{1,4} \Rightarrow V_4 = 0{,}044\ m^3$

Usando PV = nRT → $T_4 = 532{,}8$ K

c)

	1→2	2→3	3→4	4→1
Q (J)	-3743	18900	0	-12109
W (J)	3743	-5400	-4851	3460
ΔE_{int} (J)	0	13500	-4851	-8649

Proceso 1→2 isotérmico

$Q_{1\to2} = -W_{1\to2} = nRT_1 \ln(V_2/V_1) = -3743$ J

Procesos 2→3 y 4→1 isobáricos, entonces

$Q = n*c_p*\Delta T$, $W = -P*\Delta V$

·$Q_{2\to3}$ = 18900 J ; $W_{2\to3}$ = -5400 J

·$Q_{4\to1}$ = -12109 J ; $W_{4\to1}$ = 3460 J

Proceso 3→4 adiabático $\Rightarrow Q_{3\to4} = 0$ J

Por primera Ley: $\Delta E_{int} = Q+W$

d) Como el ciclo es en sentido horario podría representar una Máquina Térmica.

$Q_{in} = Q_{2\to3} = 18900$ J

$Q_{out} = Q_{1\to2} + Q_{4\to1} = 15852$ J

$e_{real} = 1 - Q_{in}/ Q_{out} = 0{,}16$

$e_{carnot} = 1 - T_1/ T_3 = 0{,}50$

Ya que $e_{real} < e_{carnot}$ el ciclo corresponde a una máquina térmica irreversible.

e) La variación de entropía del universo será:

$\Delta S_u = \Delta S_{gas} + \Delta S_{T_L} + \Delta s_{T_H}$,

con:

ΔS_{gas} : variación de entropía del gas en un ciclo. Por tanto, $\Delta S_{gas} = 0 \frac{J}{K}$

ΔS_{T_L} : variación de entropía de la reserva de baja temperatura. Por la letra $T_L = T_1$.

ΔS_{T_H} : variación de entropía de la reserva de alta temperatura. Por la letra $T_H = T_3$.

Si Q_L es el calor percibido por la reserva térmica de de baja temperatura, $\Delta S_{T_L} = \frac{Q_L}{T_1}$.

Si Q_H es el calor percibido por la reserva térmica de de alta temperatura, $\Delta S_{T_H} = \frac{Q_H}{T_3}$.

Finalmente:

$$\Delta S_u = 19{,}7 \frac{J}{K}$$