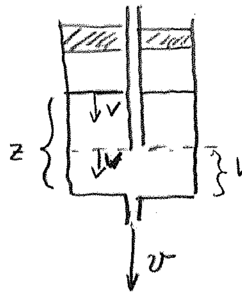
Ejercicio 1.



a) i) $z>h$. Como la presión en h es la presión atmosférica P_0, llamando V a la velocidad de la superficie superior del líquido, esta será también la velocidad del agua en el plano $z=h$ (ver fig.)
Tomando Bernoulli entre este plano y la salida ($z=0$), tendremos
$P_0+\rho g h+\frac{1}{2}\rho V^2 = P_0+\frac{1}{2}\rho v^2$, donde v es la velocidad del agua que sale. Por lo tanto $\boxed{2gh+V^2=v^2}$

Por continuidad (despreciando el área del tubo) $A\cdot V = a\cdot v \Rightarrow 2gh+\left(\frac{a}{A}v\right)^2=v^2$

$$\Rightarrow \boxed{v=\sqrt{\frac{2gh}{1-\frac{a^2}{A^2}}}=cte}$$

ii) $z<h$. Aplicando Bernoulli entre la superficie del agua y la salida

$$P_0+\rho g z+\frac{1}{2}\rho V^2 = P_0+\frac{1}{2}\rho v^2 \Rightarrow 2gz+V^2=v^2 \Rightarrow \boxed{v_{(z)}=\sqrt{\frac{2gz}{1-\frac{a^2}{A^2}}}}$$

b) i) Como la velocidad de vaciado es constante y se vacía un volumen $A(H-h)$

$$\Rightarrow \underbrace{v\cdot a}_{\text{Caudal}}\cdot\underbrace{T}_{\text{Tiempo}} = A(H-h) \Rightarrow T=\frac{A}{a}\frac{H-h}{v} = \frac{A}{a}\frac{H-h}{\sqrt{2gh}}\sqrt{1-\frac{a^2}{A^2}} \Rightarrow \boxed{T=\frac{H-h}{\sqrt{2gh}}\sqrt{\frac{A^2}{a^2}-1}}$$

ii) El vaciado usual de un tanque con una altura inicial de agua h, va a demorar el doble que si se vaciara a la velocidad inicial. El tiempo adicional necesario será entonces $\Delta T = 2\cdot\frac{A}{a}\cdot\frac{h}{v_{(h)}} = \frac{2h}{\sqrt{2gh}}\sqrt{\frac{A^2}{a^2}-1}$

Por lo tanto el tiempo total, $T_{total}=T+\Delta T$ será $\boxed{T_{total}=\frac{H+h}{\sqrt{2gh}}\sqrt{\frac{A^2}{a^2}-1}}$

c) Cuando comienza a salir agua, como ella es incompresible, debe entrar aire para reemplazarla. Esto sólo puede ocurrir por el tubo. Este se vacía muy rápidamente, al ser fino, y luego entra aire por él, que se desplaza hasta encima de la superficie del agua dentro del recipiente. El tubo queda, por lo tanto, lleno de aire durante todo el tiempo de vaciado del recipiente.

Ejercicio 2

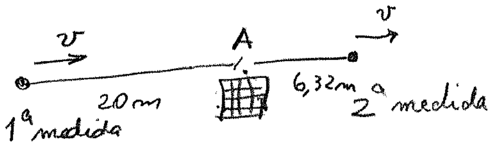
a) $90 = 10 \log_{10}\left(\frac{I}{10^{-12}}\right) \rightarrow I = 10^{9} \times 10^{-12} = 10^{-3}\,\frac{W}{m^2}$. Como la emisión es isótropa, la potencia emitida por la alarma es: $W = 4\pi d^2 \cdot I = 4\pi \times 20^2 \times 10^{-3} = 5{,}03\ W$

b) Cuando detecta $100\,dB$, $I = 10^{10} \times 10^{-12} = 10^{-2}\,\frac{W}{m^2} \rightarrow 4\pi d^2 \times 10^{-2} = 5{,}03\ W$

$d = \sqrt{\frac{503}{4\pi}} = 6{,}32\ m$.

Como la frecuencia detectada antes, 2500 Hz, es mayor que la detectada después, y la velocidad es la misma, al comienzo se está acercando a la alarma y después se está alejando $\rightarrow$

c) $f_1 = f_0 \frac{(v_S + v_D)}{v_S}$; $f_2 = f_0 \frac{(v_S - v_D)}{v_S}$



Sumando $f_1 + f_2 = 2f_0 \rightarrow \boxed{f_0 = 2400\ Hz}$

Frecuencia de la alarma

$2500 = 2400\left(1 + \frac{v_D}{v_S}\right)$; $100 = 2400 \times \frac{v_D}{343} \rightarrow \boxed{v_D = \frac{343}{24} = 14{,}3\ m/s}$

d) $\boxed{f_{batido} = |f_1 - f_2| = 200\ Hz}$; $\boxed{f_{media} = \frac{1}{2}(f_1 + f_2) = 2400\ Hz}$

Ejercicio 3

a) El gas en B se comprime adiabaticamente desde un volumen inicial de $0{,}5\ m^3$ a uno final $\boxed{V_{Bf} = 0{,}4\ m^3} \rightarrow$ la presión final de B será $P_{Bf} = P_{Bi}\left(\frac{V_{Bi}}{V_{Bf}}\right)^{1,4}$

$\rightarrow \boxed{P_{Bf} = 10^5 \times \left(\frac{0{,}5}{0{,}4}\right)^{1,4} = 1{,}367 \times 10^5\ Pa}$.

Considerando el equilibrio de la pared, $P_{Af} \cdot 1\,m^2 = P_{Bf} \cdot 1\,m^2 + k \cdot \Delta x$

$= 1{,}367 \times 10^5 + 2 \times 10^4 \times 0{,}1 = 1{,}387 \times 10^5\ N$

$\rightarrow \boxed{P_{Af} = 1{,}387 \times 10^5\ Pa}$; $\boxed{V_{Af} = 0{,}6\ m^3}$

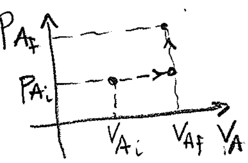
b) $\boxed{W_B = \frac{1}{\gamma - 1}(P_{Bf} \cdot V_{Bf} - P_{Bi} \cdot V_{Bi}) = \frac{1}{0{,}4}\left(1{,}367 \times 10^5 \times 0{,}4 - 10^5 \times 0{,}5\right) = 11700\ J}$

$\boxed{W_A = -\left(W_B + \frac{1}{2}k \cdot \Delta x^2\right) = -\left(11700 + \frac{1}{2} \times 2 \times 10^4 \times (0{,}1)^2\right) = -(11700 + 100) = -11800\ J}$

c) $\Delta E_{int_A} = m C_v (T_{f_A} - T_{i_A}) = m \times \frac{5}{2} R (T_{f_A} - T_{i_A}) = \frac{5}{2}(P_{f_A} \cdot V_{f_A} - P_{i_A} \cdot V_{i_A}) =$

$= \frac{5}{2}\left(1{,}387 \times 10^5 \times 0{,}6 - 10^5 \times 0{,}5\right) = 83000\ J$

$\boxed{Q_A = \Delta E_{int_A} - W_A = 83000 + 11800 = 94800\ J}$



d) (ii) $\Delta S_B = 0$ (adiabático reversible)

i) $\boxed{\Delta S_A = m C_p \ln\left(\frac{V_{Af}}{V_{Ai}}\right) + m C_v \ln\left(\frac{P_{Af}}{P_{Ai}}\right) = 10 \times \frac{7}{2} \times 8{,}31 \ln\left(\frac{0{,}6}{0{,}5}\right) + 10 \times \frac{5}{2} \times 8{,}31 \times \ln\left(\frac{1{,}387 \times 10^5}{1{,}0 \times 10^5}\right) = 121\ \frac{J}{K}}$

iii) Reserva : $\Delta S_R = -\frac{94800}{1200} = -79\ \frac{J}{K}$

$\rightarrow$ Universo : $\boxed{\Delta S_U = \Delta S_A + \Delta S_B + \Delta S_R = 121 + 0 - 79 = 42\ \frac{J}{K}}$