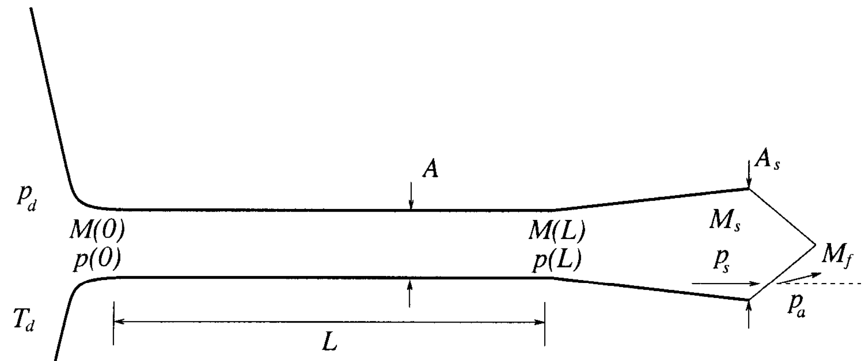
El depósito de aire de la figura adjunta descarga a la atmósfera a través de un conducto de longitud L y diámetro D **aislado térmicamente** en cuya parte final se encuentra conectada una boquilla divergente, cuyo área de salida es $A_s = 2.04A$, donde $A = \pi D^2/4$ representa el área transversal del conducto. Se sabe que el movimiento en el conducto es turbulento con un valor del coeficiente de fricción tal que $2\lambda L/D = 4.6$. La presión en el depósito y su temperatura son, respectivamente, $p_d = 7.28\, p_a$ y T_d, donde p_a es el valor de la presión ambiente. Se observa que el flujo a la salida de la boquilla consiste en una corriente supersónica que se comprime a través de una onda de choque oblicua (que será localmente plana cerca del borde de la boquilla) para alcanzar el valor de la presión ambiente. Para dicha configuración, se pide:

1. Obtener el número de Mach a la entrada del conducto $M(0)$, así como la presión a la salida del conducto $p(L)$, dando su valor en la forma $p(L)/p_d$.
2. Calcular el gasto que circula por el conducto, dando el resultado en la forma $G/[Ap_d\sqrt{\gamma/(R_gT_d)}]$.
3. Suponiendo que el movimiento en la boquilla corresponde al de un fluido ideal, determinar los valores del número de Mach y de la presión a la salida de la boquilla, M_s y p_s, dando éste último valor en la forma p_s/p_a.
4. Sabiendo que la onda de choque situada a la salida da lugar a una deflexión δ de la corriente, calcular su valor cerca del borde de la boquilla, donde la onda es localmente plana, así como el valor del número de Mach M_f inmediatamente aguas abajo.
5. Obtener el valor de la temperatura a la salida del conducto y a la salida de la boquilla, dando los valores en la forma $T(L)/T_d$ y T_s/T_d.



1) $\left.\begin{array}{l}\frac{2\lambda L}{D}=4.6\\ M(L)=1\end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{\begin{array}{l} M(0)=0.4 \\ \frac{p_d}{p(L)}=3\end{array}}$ (2)

2) $\boxed{\frac{G}{\rho_d a_d A}} = \frac{G}{A p_d\sqrt{\gamma/(R_g T_d)}} = \frac{M(0)}{\left(1+\frac{\gamma-1}{2}M^2(0)\right)^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}}} = \boxed{0.364}$ (2)

3) $A=A^*$ $\frac{A_s}{A}=\frac{1}{2.04}=0.49 \Rightarrow \left\{\begin{array}{l}\boxed{M_s=2.22} \\ \frac{p_s}{p_0(L)}=0.09064\end{array}\right.$ (1)

$\boxed{\frac{p_s}{p_a} = \frac{p_s}{p_0(L)}\,\frac{1}{\frac{p(L)}{p_0(L)}}\,\frac{p(L)}{p_d}\,\frac{p_d}{p_a} = 0.4163}$ (2)

$\frac{p_s}{p_0(L)} = 0.09064$; $\frac{p(L)}{p_0(L)}$: $\left(\frac{\gamma+1}{2}\right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}}=1.893$; $\frac{p(L)}{p_d} = \frac{1}{3}$; $\frac{p_d}{p_a} = 7.28$

4) $\left.\begin{array}{l}\frac{p_a}{p_s}=2.4\\ M_s=2.22\end{array}\right\} \Rightarrow \boxed{\begin{array}{l}\delta=16^\circ \\ M_f=1.6\end{array}}$ (2)

5) TABLAS MOV. ISENTRÓPICO con $T_0(L)=T_{0_s}=T_d$

$\begin{array}{l} M(L)=1 \\ M_s=2.22\end{array} \Rightarrow \boxed{\begin{array}{l}T(L)/T_d=0.833 \\ T_s/T_d=0.5036\end{array}}$ (1)