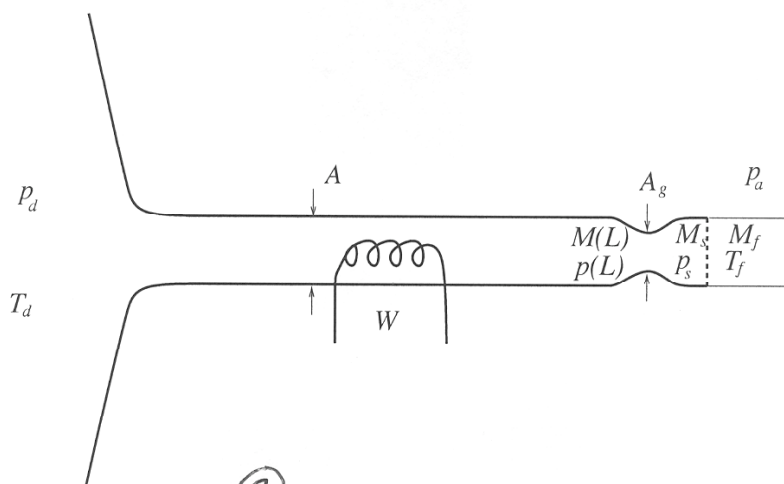


P2) El depósito de aire de la figura adjunta descarga a la atmósfera a través de un conducto de área  $A$  en cuya parte final se encuentra conectada una tobera convergente-divergente, cuyo área de salida coincide con el área del conducto y cuya garganta tiene un área  $A_g/A = 0.841$ . Se sabe que el movimiento en el conducto es turbulento sin influencia apreciable de la fricción en la pérdida de carga. La presión en el depósito y su temperatura son, respectivamente,  $p_d = 1.546p_a$  y  $T_d$ , donde  $p_a$  es el valor ambiente. En el conducto se instala una resistencia eléctrica para calentar el fluido que circula por él. Se quiere determinar la potencia de la resistencia  $W$  (calor por unidad de tiempo) necesaria para que el aire descargue a la atmósfera a través de una onda de choque normal situada a la salida de la tobera. Para el cálculo se pide:

1. Suponiendo que el movimiento en el interior de la tobera corresponde al de un fluido ideal, determinar el valor de  $p_s/p_o(L)$  y  $p(L)/p_o(L)$ , siendo  $p_o(L)$  el valor de la presión de remanso en la tobera y  $p(L)$  y  $p_s$  los valores de la presión entrada y salida de la tobera). Obtener también el valor del número de Mach en la salida y entrada de la tobera  $M_s$  y  $M(L)$ .
2. Calcular el valor del número de Mach aguas abajo de la onda de choque, así como el salto de presiones a través de ella  $M_f$  y  $p_a/p_s$ .
3. Haciendo uso de la información anterior, calcular el cociente de presiones  $p_d/p(L)$ .
4. Determinar el valor de  $Q/h_d$ , así como el valor del número de Mach a la entrada del conducto  $M(0)$ .
5. Calcular el gasto que circula por el conducto, dando el resultado en la forma  $G/[A\rho_d a_d]$ .
6. Obtener el valor de la potencia de la resistencia, dando el resultado en la forma  $W/(A\rho_d a_d h_d)$ .
7. Obtener la temperatura del aire aguas abajo de la onda de choque, dando el resultado en la forma  $T_f/T_d$ .



①  $\frac{A_g}{A} = \frac{A^*}{A} = 0.841$

②  $M_s = 1.52, \frac{p_s}{p_o(L)} = 0.2646$   
 $M(L) = 0.60, \frac{p(L)}{p_o(L)} = 0.784$

③  $M_f = 0.694, \frac{p_a}{p_s} = 2.529$

④  $\frac{p_d}{p(L)} = \frac{p_d}{p_a} \frac{p_a}{p_s} \frac{p_s}{p_o(L)} \frac{p_o(L)}{p(L)} = 1.32$

⑤  $\frac{G}{\rho_d a_d A} = \frac{M(0)}{[1 + \frac{\gamma-1}{2} M^2(0)]^{\frac{\gamma+1}{2(\gamma-1)}}} = 0.432$

⑥  $\frac{W}{\rho_d a_d A h_d} = \frac{G}{\rho_d a_d A} \frac{Q}{h_d} = 0.432 \times 0.2 = 0.0864$

⑦  $\frac{T_f}{T_d} = \frac{T_f}{T_{0f}} = \frac{1}{1 + \frac{\gamma-1}{2} M_f^2} = 0.912$   
 $\frac{T_f}{T_d} = \frac{T_f}{T_{0f}} \frac{T_{0f}}{T_d} = 0.912 \times 1.2 = 1.094$