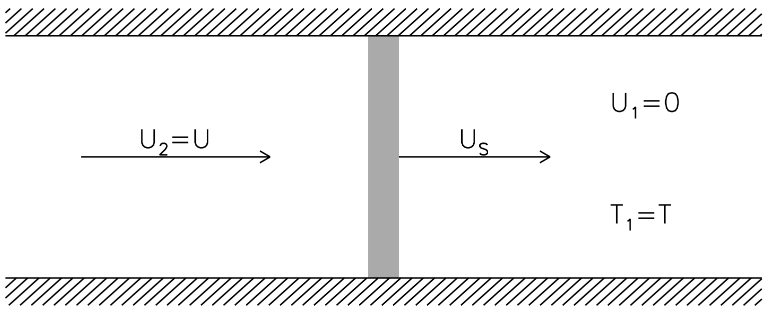
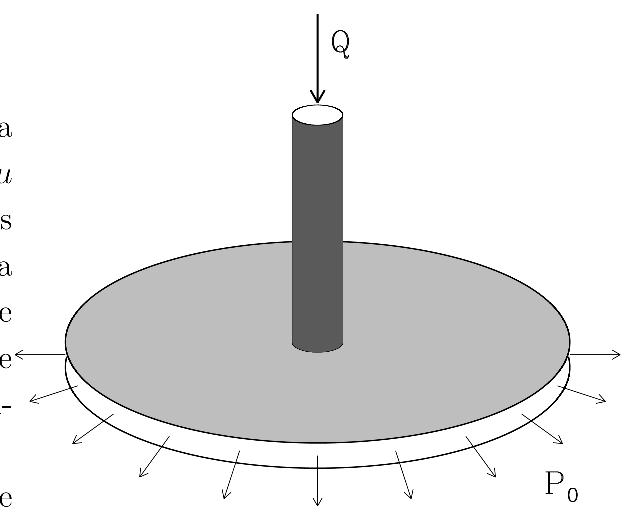
Estructura de la Materia 1

Problema 1

a) Un avión que vuela a 2000 m de altura pasa directamente por arriba de un observador. Si el avión se desplaza con número de Mach igual a 1.5 y la temperatura ambiente es de 10 °C, ¿cuántos segundos transcurren hasta que el observador escucha el sonido del avión?
Datos: $R = 8.3145$ Joule $(°\mathrm{K\ mol})^{-1}$, $m_{aire} = 2.897 \times 10^{-2}$ kg mol^{-1}, $\gamma_{aire} = 1.401$
b) En un conducto en el que se tiene un gas ideal politrópico una válvula es súbitamente abierta creándose un choque que se propaga corriente abajo y estableciéndose detrás del mismo un flujo de velocidad uniforme U, como se indica en la figura. El gas inicialmente tiene temperatura T.
Calcule la velocidad del choque, tenga en cuenta que los únicos datos son U y T. Halle la temperatura, presión y densidad detrás del frente de choque.



Problema 2



Por un caño de radio R_1 fluye en forma estacionaria un líquido newtoniano incompresible de viscosidad μ con caudal Q. Dicho caño descarga entre dos discos concéntricos transversales de radio R_2 separados una distancia L, como se muestra en la figura. Considere que entre los discos se establece un flujo radial desde R_1 hasta la salida en R_2. Se desprecia el efecto gravitatorio en el flujo entre los discos.
a) Escriba las tres componentes de la ecuación de Navier – Stokes para el flujo entre los discos (use coordenadas adecuadas para la simetría del problema).
b) A partir de la ecuación de continuidad (o condición de incompresibilidad en este caso) encuentre la dependencia del campo de velocidades $\vec{u} = u_r(r,z)\check{\boldsymbol{r}}$ con la coordenada radial r.
c) Considerando un flujo laminar (desprecie el término convectivo en la ecuación de Navier – Stokes), encuentre el campo de velocidades (*Ayuda: Calcule el campo de velocidades en función del gradiente de presiones y luego use la conservación del caudal*).

Problema 3

Considere un fluido ideal y plano en el semiplano superior, en presencia de un contorno sólido en $y = 0$. El flujo estacionario está dado por:

$$U(y) = \begin{cases} U_0 & si \quad y > 2a \\ U_0\left(\frac{y}{a} - 1\right) & si \quad a < y < 2a \\ 0 & si \quad 0 < y < a \end{cases} \quad ,$$

donde U_0 y a son datos del problema.

a) Analice la estabilidad del flujo, tenga en cuenta qué condición impone la presencia del contorno sólido sobre la función corriente de la perturbación. En particular encuentre una expresión que sea función exclusivamente de ka cuyo signo caracterice la estabilidad del flujo.

b) A partir de lo obtenido en **a)** trate de determinar si una perturbación con $k = 1/a$ produce inestabilidades en el flujo.

Problema 4

Se tienen dos líquidos ideales e incompresibles en contacto, bajo la acción de la gravedad $\vec{g}$ (en la dirección $\check{\boldsymbol{z}}$).

Considere perturbaciones de amplitud pequeña (ondas de gravedad) al estado de equilibrio, que se propagan en la dirección $\check{\boldsymbol{x}}$ y con simetría en $\check{\boldsymbol{y}}$. El líquido superior tiene densidad ρ' y altura infinita. El líquido inferior tiene densidad ρ (con $\rho > \rho'$) y profundidad h.

a) Obtenga la relación de dispersión $\omega = \omega(k)$ para las ondas de gravedad.

b) Encuentre la expresión explícita de la superficie de contacto entre los líquidos, $\zeta = \zeta(x, t)$ para un único valor de k.

c) Obtenga las componentes de la velocidad $u_x(x, z, t)$ y $u_z(x, z, t)$.