Estructura de la Materia 1

Práctica 7: Flujos viscosos en régimen estacionario

Cátedra Dra G Gnavi.
Roberto Vieytes JTP. Alejandro Lazarte Ayudante de primera.

1^{er} cuatrimestre de 2006

1. Considera el caso del flujo unidimensional y estacionario de un fluido viscoso, con viscosidad dinámica μ y densidad ρ ambas uniformes y constantes. El campo de velocidades asociado con este flujo se puede suponer que es unidimensional, es decir, la velocidad tiene componente a lo largo de una coordenada ξ y depende de las restantes coordenadas ortogonales a ξ; sean estas: ζ y η. Matemáticamente esto se expresa: $\vec{v} = v(\zeta, \eta)\hat{\xi}$. Demuestra que si ξ es una coordenada cartesiana, entonces, la parte convectiva de la derivada material es nula ($\vec{v}.\text{grad}\,\vec{v}$=0) Comprueba que lo último es falso si ξ no es cartesiana (Sug. estudia un campo de velocidades con simetría de rotación en torno a un eje y que su módulo es sólo función de la distancia del punto campo al mismo (por ejemplo, en coordenadas cilíndricas, $\vec{v} = v_\theta(r)\,\hat{k}$).

2. Las soluciones de la ecuación de Navier-Stockes comentadas en el problema anterior, no necesariamente son observadas en un situaciones físicas concretas, ya que las mismas pueden no ser estables. Discute cualitativamente la influencia del término convectivo en la estabilidad de las soluciones partiendo de la base que el número de Reynolds da idea del peso relativo entre las fuerzas de inercia y las viscosas.

3. Encuentra el campo de velocidades para las configuraciones con simetría cartesiana:

   a) dos planos infinitos paralelos, separados una distancia d limitan el movimiento de un líquido (μ, ρ), el plano inferior se encuentra en reposo y el superior se desplaza con una velocidad $\vec{u} = U\hat{\xi}$, contenida en él y con U constante (ver figura 5).

   b) La misma geometría anterior, pero ahora ambos planos están en reposo y el fluido es impulsado por un gradiente de presión $\Delta p/l$(ver figura 5).

4. Una capa de líquido muy viscoso fluye bajo la acción de la gravedad sobre un plano inclinado que forma un ángulo θ con la horizontal.

   a) Halla el campo de velocidades del fluido suponiendo que el espesor de la capa de fluido d es uniforme (no necesariamente pequeño) y que el fenómeno es estacionario.

   b) Determina la relación entre la velocidad promedio y la velocidad máxima del campo de velocidades.

   c) Calcula el caudal másico por unidad de ancho del plano.

5. Resuelve el problema 4 pero ahora considerando el caso en que otro líquido (inmiscible con el primero), de viscosidad μ', densidad ρ' y espesor d' se encuentra por encima. Analiza físicamente la condición de contorno que ha de aplicársele a la interfaz entre los fluidos.

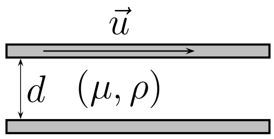

Figura 1: Problema $3a$

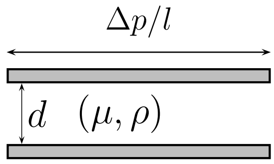

Figura 2: Problema $3b$

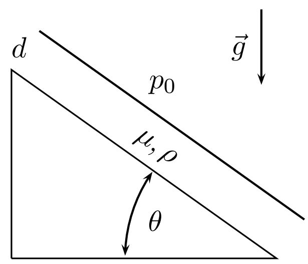

Figura 3: Problema 4

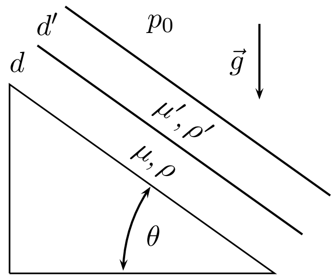

Figura 4: Problema 5

6. Resuelve el problema 4 pero conciderando que el plano inferior se desplaza con velocidad uniforme U haia arriba.

7. El espacio interior de dos cilindros coaxiales, de radio r_1 y r_2 respectivamente, esta ocupado por un lìquido de densidad ρ y viscosidad μ. Halla una solución laminar y estacionaria para el campo de velocidades. Cuando:

   a) rotan con velocidad angular constante; ω_1 el interno y ω_2 el externo.

   b) se desplazan con velocidad constante (paralela al eje de simetría del sistema) U_1 el interior y U_2 el exterior.

8. Para los problemas indicados a continuación, determina por medio del análisis dimensional las cantidades indicadas, comprueba las expresiones halladas por medio del cálculo directo.

   a) Para el problema $3b$ el punto del fluido de máxima rapides.

   b) Para el problema 6 la fuerza que comunica el plano al líquido.

   c) Para el problema $7a$ la cupla que aplica casda cilindro al fluido.

   d) Para el problema $7b$ el caudal másico.