Estructura de la Materia 1

Práctica 8:Flujos viscosos en régimen oscilante y problemas autosimilares.

1. En la configuración de alta simetría que se indica en la figura el líquido, de propiedades ρ, μ ha alcanzado un régimen oscilante, es decir, la dependencia temporal del mismo para un dado punto del espacio que ocupa, es una función armónica del tiempo.

   a) A partir del análisis dimensional, determine la distancia de penetración de la velocidad y una erlación funcional para la potencia media que el fluido recibe del plano.

   b) realiza un gráfico cualitativo del perfil de velocidades

   c) Halla el campo de velocidades que satisface las condiciones de contorno indicadas.

2. Un fluido muy viscoso se encuentra entre dos planos paralelos de dimensiones infinitas. El plano inferior está quieto mientras que el superior, a una distancia d, tiene una velocidad que en estado permanente puede expresarse por $\vec{U} = U_0 \cos(\omega\, t)\hat{\xi}$, donde $\hat{\xi}$ es un versor contenido en el plano

   a) En base al analisis dimensional estima la potencia que el plano le suministra al líquido en la aproximación de baja y alta frecuencia, es decir, estudia el caso $\delta >> d$ y $d >> \delta$

   b) determina el campo de velocidades.

   c) realiza un gráfico cualitativo del campo de velocidades para las dos situaciones señaladas.

3. Ahora resuelva el caso de un líquido μ, ρ entre dos planos paralelos de dimensiones infinitas, los dos en reposo, que es "movido" por un gradiente de presion que puede expresarse matematicamente por la función $\mathrm{grad}\, p = b\cos(\omega\, t)$, con b una constante.

4. Para la situación mostrada en la figura

   a) Comprueba que el campo de velocidades puede ser expresado a partir de la superposición del campo de velocidades de un problema estacionario más uno dependiente del tiempo. ¿Cuáles son las razones para poder hacerlo?

   b) Mediante el análisis dimensional estima la dependencia funcional de la potencia media entregada por el plano superior al fluido.

5. Resuelve el problema3 pero ahora con un gradiente de presiones que tiene una dependencia temporal del tipo $\text{grad}\, p = a + b\, \cos(\omega\, t)$, a y b constantes.

6. Estudia la difusión de la vorticidad, en un lìquido de densidad ρ y viscosidad μ generada en la superficie de contacto entre un sólido (plano infinito) cuando este arranca subitamente con velocidad $\vec{U}$ contenida en el mismo.

   a) Realiza el análisis dimensional para poner de manifiesto la característica autosemejante de la solución del problema. Comprueba que el método clásico no permite obtener la solución del problema, mientras que si separan las dimensiones de longitud si.

   b) halla el campo de velocidad para todo instante de tiempo $t > 0$

   c) verifica que aún en el caso en que el plano arranque con una velocidad que dependa del tiempo, existen soluciones autosimilares bajo la condición que $U = at^{\alpha}$.

7. Un vórtice de intensidad Γ_0 es puesto en el seno de un fluido viscoso μ, ρ. Éste genera un campo de velocidades, dada la alta simetría, que es azimutal y depende sólo de la coordenada radial. Así, siempre a $t = 0$, la vorticidad es infinita en el origen y nula para $r > 0$. Debido a la viscosidad, el fluido no puede mantener en el tiempo este flujo y como en el problema anterior se produce la difusión de la vorticidad.

   a) Estudia este proceso para $t > 0$, en términos de la circulación $\Gamma(r, t) = 2\pi r u_\theta(r, t)$ como variable dependiente del problema. realiza un análisis dimensional para poner de manifiesto el tipo de solución autosemejante.

   b) Obten el campo de velocidades. comprueba que a distancias r desde el eje que satisfacen $r << \sqrt{4\nu\, t}$ el flujo ya no es más irrotacional, sino que aproximadamente viene dado por:

   $$u_\theta \approx \frac{\Gamma_0}{8\pi\nu\, t} r$$

   el cual corresponde a un movimiento de rotación "casi" uniforme con velocidad angular $\omega = \Gamma_0/8\pi\nu\, t$