

## Introducción a la dinámica del océano

### Práctica 13: Inestabilidad de Kelvin-Helmholtz

Fecha de entrega: \_\_\_\_\_

Puede demostrarse que si dos fluidos de densidades  $\rho_1$  y  $\rho_2$ , que se mueven respectivamente con velocidades  $v_1$  y  $v_2$  se hallan superpuestos (el fluido 1 abajo y el 2 arriba), se generan ondas cuya velocidad de fase está dada por la ecuación

$$c^2 - 2 \frac{\rho_1 u_1 - \rho_2 u_2}{\rho_1 + \rho_2} c - \frac{g}{k} \frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1 + \rho_2} + \frac{\rho_1 u_1^2 + \rho_2 u_2^2}{\rho_1 + \rho_2} = 0$$

Como muestra la relación de dispersión pueden ocurrir si hay cortante de velocidad y/o gradiente de densidad entre las dos capas de fluido.

Estas ondas, conocidas como ondas de Kelvin-Helmholtz son una forma de las ondas internas en dos capas, modificadas por la cortante de velocidad y son potencialmente inestables.

- a. Determinar cuál es el valor crítico de la longitud de onda para una cierta cortante de velocidad y cierto gradiente de densidad, después de la cual la onda se torna inestable.
- b. Si no existe cortante, ¿bajo qué condiciones es inestable esta onda?
- c. ¿Y si no existe gradiente de densidad?
- d. Si se trata de dos capas de aire que tienen temperaturas de 275°K y 280°K y la diferencia entre la velocidad de las dos capas es de  $\pm 5 \text{ m s}^{-1}$ , determinar la longitud de onda crítica.
- e. Estimar el valor de la longitud de onda crítica para ondas generadas en la superficie de discontinuidad entre el aire y el agua, si el agua está en reposo y el aire se mueve a una velocidad de  $5 \text{ m s}^{-1}$ . ¿A qué fenómeno observado normalmente corresponden estas ondas?
- f. Hallar la velocidad de fase de ondas de longitud 1000 metros en la superficie de discontinuidad entre dos masas de aire en reposo con temperaturas de 3°C y 13°C respectivamente. Determinar el período de la onda.
- g. ¿Cómo se modifica el resultado si las masas se mueven con velocidades de 2 y 20  $\text{m s}^{-1}$  respectivamente?



Inestabilidad de Kelvin-Helmholtz-Instability en la atmósfera

Foto de Brooks Martner

Fuente: NOAA/ Forecast Systems Laboratory



Nubes mostrando la inestabilidad de Kelvin-Helmholtz sobre el monte Shasta (<http://www.siskiyous.edu/shasta/map/mp/bswav.jpg>). Foto de Beverly Shannon.