Dinámica de Fluidos Geofísicos

Guía Computacional

Octubre de 2026

Problema 1: Encontrar las soluciones de la ecuación de advección

$$\partial_t \psi + u \partial_x \psi = 0$$

en un dominio periódico de 1000 km donde contamos con 11 puntos equiespaciados (Exigir condiciones periódicas significa que todo lo que sale del extremo superior debería entrar por el extremo inferior). La velocidad u es de 25 m/s, 50 m/s, 100 m/s . El paso de tiempo es de 30 min. Estudie la advección de una condición inicial donde $\psi = 0$ excepto en 500 km donde $\psi(500km) = 1.0$. Utilice diferencias finitas. Comparar las soluciones para distintas velocidades en los tiempos $t = 30min, 5/2h, 11/2h, 11h$. Saque conclusiones.

Problema 2: Idem (1) para la condicion inicial $\psi = 0$ excepto de 400 a 600 km donde $\psi = 1$. Saque conclusiones.

Problema 3: Idem (1) para una velocidad de 25 m/s, compare los casos donde $\Delta x = 25$ km (41 puntos), 50 km (21 puntos), 100 km (11 puntos). Se mejora la correspondencia con la solución exacta al aumentar la resolución horizontal?

Problema 4: Compare el upstream y el leap-froag para el caso de 50 m/s del ejercicio (1). Compare las evoluciones de ψ y $\int \psi \mathrm{d}x$.

Problema 5: (*) Instale el PyMPDATA compare el esquema de alto orden con los esquemas desarrollados (upstream y leap-frog) para una δ y para una gaussiana de 40 pixels y 20 pixels de sigmas en un dominio de 256x256 con condiciones de contorno periódicas. Realice experimentos con números de Courant de 0.1, 0.9 y 0.99.

Problema 6: (*) Simulaciones con el modelo quasi-gesotrófico (pyqg):

(a) Simulación de evolución del sistema en un modelo barotrópico. Análisis de las transferencias de energía y enstrofía potencial. Mcwilliams (1984). The emergence of isolated coherent vortices in turbulent flow. *Journal of Fluid Mechanics*, **146**, 21-43. Thuburn, J., Kent, J. and Wood, N., 2014. Cascades, backscatter and conservation in numerical models of two-dimensional turbulence. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **140**, 626-638.

(b) Parametrizaciones de backscatter en un flujo turbulento. Análisis de las transferencias de energía y enstrofía potencial. Jansen, M.F. and Held, I.M., 2014. Parameterizing subgrid-scale eddy effects using energetically consistent backscatter. *Ocean Modelling*, **80**, 36-48.

(c) Vórtice elíptico. I. M. Held, R. T. Pierrehumbert, S. T. Garner and K. L. Swanson (1985). Surface quasi-geostrophic dynamics. *Journal of Fluid Mechanics*, **282**, 1-20.

(d) Inestabilidad baróclinica. Larichev, V.D. and Held, I.M., 1995. Eddy amplitudes and fluxes in a homogeneous model of fully developed baroclinic instability. *Journal of physical oceanography*, **25**, 2285-2297.

Problema 7: (*) Interacciones entre vórtices. Dritschel, D.G., 1995. A general theory for two-dimensional vortex interactions. *Journal of Fluid Mechanics*, **293**, 269-303.

Problema 8: (*) Double-gyre experiment. Thiry, L., Li, L., Roullet, G., and Mémin, E.: MQGeometry-1.0: a multi-layer quasi-geostrophic solver on non-rectangular geometries, *Geosci. Model Dev.*, **17**, 1749-1764, 2024.

GICA © 2024