

Introducción a la Dinámica de la Atmósfera

Programa analítico

Objetivo General:

Adquirir conocimientos básicos acerca de la mecánica de los fluidos aplicados a la atmósfera, a partir de las fuerzas fundamentales y los principios de conservación.

Objetivos Específicos:

Que los alumnos logren:

- La comprensión adecuada de las ecuaciones de movimiento, de conservación de energía termodinámica y de masa, y su aplicación en diversas escalas espacio-temporales.
- La adquisición de elementos teóricos conceptuales suficientes para comprender los procesos físicos elementales de la dinámica de la atmósfera en diferentes escalas espacio-temporales.
- El desarrollo progresivo de un pensamiento crítico a partir de las leyes físicas para la resolución de problemas específicos y la interpretación de resultados respecto al comportamiento de la atmósfera.

Unidad 0: Introducción

La dinámica de fluidos y la magneto-hidrodinámica. Herramientas matemáticas útiles: elementos del cálculo vectorial, expansión en series de Taylor, derivadas y aproximación a derivadas en diferencias finitas, laplaciano de una función. Repaso de conceptos básicos de ciencias atmosféricas.

Unidad 1. Cinemática del fluido continuo

Unidades y dimensiones físicas. Análisis de escala. Idealización del campo de presión. Cinemática del campo de presión (desplazamiento de cuñas y vaguadas, campo isalobárico). Cinemática del campo de viento (Vorticidad pura, Divergencia pura, Deformación pura por estiramiento, Deformación pura por fuerza de corte). Cambios temporales de una variable continua.

Unidad 2: Fuerzas fundamentales y aparentes

La fuerza gradiente de presión. Fuerza viscosa. Fuerza gravitacional. Marcos no inerciales de referencia: aceleración centrípeta y fuerza centrífuga. La gravedad modificada. Fuerza de Coriolis y el efecto de curvatura. Fuerzas fundamentales. Oscilaciones de momento angular constante. Estructura de la atmósfera estática: la ecuación hidrostática, la presión como coordenada vertical.

Unidad 3. Leyes básicas de conservación.

Diferenciación total de un vector en un sistema rotante. Forma vectorial de la ecuación de movimiento en un sistema rotante. Las ecuaciones en coordenadas esféricas. Análisis de escala de las ecuaciones de movimiento: la aproximación geostrófica y el viento geostrófico, la aproximación hidrostática. Ecuación de continuidad: derivación euleriana y derivación lagrangiana. Análisis de escala de la ecuación de continuidad. La ecuación de energía termodinámica. Termodinámica de la atmósfera seca: temperatura potencial, el "lapse rate" adiabático seco, estabilidad estática, análisis de escala de la ecuación de energía termodinámica.

Introducción a la Dinámica de la Atmósfera

Unidad 4: Aplicaciones elementales de las ecuaciones básicas

Ecuaciones básicas (momento horizontal, continuidad y energía termodinámica) en coordenadas isobáricas. Flujo balanceado: coordenadas naturales, flujo geostrófico, flujo inercial, flujo ciclostrófico, aproximación del viento gradiente. Trayectorias y líneas de corriente. El balance de viento térmico. Barotropía y baroclinicidad. Tendencia de presión en superficie.

Unidad 5. Circulación, vorticidad y vorticidad potencial

El teorema de circulación. La vorticidad: vorticidad en coordenadas naturales. La ecuación de vorticidad: forma cartesiana, en coordenadas isobáricas, análisis de escala de la ecuación de vorticidad. Vorticidad potencial. Vorticidad potencial barotrópica. La ecuación baroclínica (de Ertel) de vorticidad potencial (coordenadas isentrópicas).

Unidad 6. El análisis cuasi-geostrófico (CG) del flujo extratropical de gran escala

La estructura observada de las circulaciones extratropicales. Componentes ageostróficas del viento. Derivación de las ecuaciones de CG (o Teorema de desarrollo de Stulliffe). Derivación de la vorticidad potencial de las ecuaciones CG. El pensamiento de vorticidad potencial (PV). El pensamiento del movimiento vertical (o bien, derivación de la ecuación omega cuasi-geostrófica. El vector Q). La predicción CG.

Unidad 7: Oscilaciones atmosféricas

El método de las perturbaciones. Propiedades de las ondas. Series de Fourier. Dispersión y velocidad de grupo. Propiedades de onda en dos y tres dimensiones. Estrategia de solución de onda. Tipos simples de onda: ondas de sonido y ondas de aguas poco profundas. Ondas gravito-inerciales. Ondas de gravedad interna. Ondas lineales en atmósfera rotante. Ajuste Geostrófico. Ondas de Rossby.

Unidad 8: Aspectos dinámicos básicos en otras escalas meteorológicas y atmosféricas

Nociones sobre la capa límite planetaria. Naturaleza de las circulaciones de mesoescala. Naturaleza de la circulación general de la atmósfera. Estructuras de gran escala de la circulación tropical. Nociones de la dinámica de la atmósfera media.