

Micrometeorología y Turbulencia Atmosférica

Ubicación curricular

Materia obligatoria del tercer año de la Licenciatura en Meteorología y Ciencias de la Atmósfera de la Facultad de Ciencias Astronómicas y Geofísicas, Universidad Nacional de La Plata.

Primer semestre año lectivo

Profesor

Dr. Guillermo Jorge Berri

Jefe de Trabajos Prácticos

Dra. Mariana Dezzutti

Ayudante Diplomado

Lic. Felix Carrasco Galleguillos

Modalidad de dictado

La materia se dicta en 4 horas de clases teóricas y 4 horas de clases prácticas semanales, totalizando 128 horas de clase en el semestre. En las clases teóricas, a cargo del profesor de la materia, se imparten los conocimientos en forma tradicional con detallados desarrollos en pizarrón, complementándolos cuando es necesario con el despliegue de material gráfico. En las clases prácticas, a cargo del jefe de trabajos prácticos de la materia y acompañado del ayudante diplomado, se proponen guías de problemas basados en los temas dictados en las clases teóricas, los que deben ser resueltos por los alumnos en forma individual, asistiéndolos cuando es necesario y permitiendo las consultas en forma permanente.

Requisitos de aprobación

Los alumnos deben aprobar dos exámenes parciales de la parte práctica, que se pueden recuperar de ser necesario. De este modo los alumnos aprueban los trabajos prácticos de la materia, lo que los habilita a rendir el examen final que es oral y obligatorio.

Objetivos

Introducir al alumno en el estudio de la capa límite atmosférica, la parte inferior de la atmósfera en contacto con la superficie terrestre a través de la cual se producen los intercambios de energía y masa. Describir los mecanismos que gobiernan el comportamiento turbulento del movimiento atmosférico, el transporte vertical de calor, cantidad de movimiento, vapor de agua y diversos componentes atmosféricos.

Programa de la materia

Unidad 1

Escalas espaciales y temporales del movimiento atmosférico. La capa límite atmosférica, definiciones. Balance de radiación, equilibrio radiativo, leyes básicas de las transferencias radiativas. Balance de energía en la interfase suelo-atmósfera. Balance radiativo y flujos de calor y masa. Ciclos diarios.

Unidad 2

Fluidos viscosos, tensiones, tensor de las tensiones. Fuerzas viscosas. Ecuación de movimiento de un fluido viscoso. Hipótesis de Navier-Stokes. Tensor de la deformación, componentes, ejemplos. Coeficiente de viscosidad.

Unidad 3

Fluidos turbulentos. Ecuación de movimiento de un fluido en régimen turbulento. Propiedades del movimiento turbulento, flujo medio y componente turbulenta. El tensor de Reynolds. Transporte de cantidad de movimiento por el flujo turbulento.

Unidad 4

Energía mecánica total del fluido viscoso. Trabajo de las tensiones viscosas, trabajo de deformación pura y trabajo de compresión puro. Energía interna y transporte de calor. Balance de energía total del fluido viscoso.

Unidad 5

Energía mecánica total del fluido en régimen turbulento. Transporte de energía cinética del fluido en régimen turbulento. Conservación de la energía mecánica total del movimiento medio y del movimiento total. Conservación de la energía cinética del movimiento turbulento. Energía interna del fluido en régimen turbulento. Balance de energía total del fluido en régimen turbulento.

Unidad 6

El problema de la clausura del sistema de ecuaciones que gobiernan al fluido en régimen turbulento. Clausura de primer orden, clausura de orden superior. Tensiones turbulentas y transporte vertical de cantidad de movimiento. Longitud de mezcla ó camino libre medio. Longitud de mezcla media, coeficiente de intercambio turbulento. Parametrización de las tensiones de Reynolds, clausura del sistema de ecuaciones.

Unidad 7

Estructura vertical de la capa límite atmosférica. Subcapa laminar, capa de superficie y capa de transición o capa espiral. La capa de mezcla. Variación del viento con la altura en la capa de superficie. Perfil vertical logarítmico, coeficiente de rugosidad. Variación del viento con la altura en la capa espiral. La solución de la espiral de Ekman. Balance entre la fuerza de presión, la fuerza de fricción y la fuerza de Coriolis, su variación con la altura.

Unidad 8

Espectro de la turbulencia, turbulencia isotrópica y anisotrópica. Subrango inercial, teoría de Kolmogorov. Hipótesis de Taylor, advección de los torbellinos.

Unidad 9

Estratificación térmica vertical del fluido. Ecuación termodinámica y ecuación de conservación del vapor de agua en un fluido en régimen turbulento. Variación vertical de la temperatura y la humedad en la capa de superficie. Perfiles verticales logarítmicos. Ciclos diarios de estabilidad e inestabilidad. La capa límite diurna y nocturna. El jet nocturno de capas bajas.

Unidad 10

Dependencia de los perfiles verticales de calor sensible y calor latente con la estabilidad vertical. Hipótesis de Monin-Obukhov. Gradientes verticales adimensionales, modificación en función de la estabilidad. Parámetros de estabilidad. Número de Richardson, valor crítico. Coeficientes de intercambio turbulento en función de la estabilidad y en función del número de Richardson.

Unidad 11

Métodos para la determinación de los flujos verticales de cantidad de movimiento y calor. Placa de medición de la tensión superficial. Placa de medición del flujo de calor en el suelo. Los diferentes métodos: del balance de energía, de la correlación de perturbaciones, de transferencia, del gradiente vertical, del perfil vertical, del apartamiento del viento geostrofico, y de integración de la ecuación termodinámica.

Unidad 12

Métodos de cálculo de la evaporación. Evaporación por difusividad molecular y por movimiento turbulento. Evaporación y evapotranspiración potencial. Modificación de las relaciones de Monin-Obukhov por efecto de la humedad. Métodos de determinación de la evaporación. Medición con lisímetro y tanque de evaporación. Método de la correlación de perturbaciones turbulentas, del balance de energía y relación de Bowen, el método de transferencia. El método de Penman, aproximaciones. El método del gradiente.

Unidad 13

Breve introducción al modelado numérico de la capa límite atmosférica, condiciones iniciales y condiciones de contorno. Forzamientos superficiales. Aplicaciones y ejemplos.

Bibliografía

- Introduction to Micrometeorology. Autor: Paul S. Arya. Editorial: Academic Press, 2001.
- Micrometeorology. Autor: Thomas Foken, Editorial: Springer, 2008.