

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos

**CARRERA:** Bachillerato Universitario en Ciencias de la Atmósfera

**CUATRIMESTRE:** Segundo

**AÑO:** 2005

**CÓDIGO DE CARRERA:** 40-41-42-43

**MATERIA:** Física de la Atmósfera

**CÓDIGO:** 9041

**ORIENTACIÓN:** Meteorología Sinóptica, Hidrología, Climatología, Agrometeorología

**PLAN DE ESTUDIO AÑO:** 1989

**CARÁCTER DE LA MATERIA:** de grado, obligatoria

**DURACIÓN:** cuatrimestral

**HORAS DE CLASE SEMANAL:** Teóricas: 6

Problemas: 4

Total de horas: 10

**CARGA HORARIA TOTAL:** 160

**ASIGNATURAS CORRELATIVAS:** TP de Meteorología General

**FORMA DE EVALUACIÓN:** Examen final

## PROGRAMA

### I) TERMODINAMICA DE LA ATMOSFERA

#### Ia) Revisión de termodinámica general.

*Definiciones y Conceptos. Variables termodinámicas. Principio cero de la termodinámica. Termómetros, escalas de temperaturas. Termómetros de gas, temperatura de un gas ideal. Unidades de presión. Ecuaciones de estado de gases ideales. Mezcla de gases ideales. Ley de Dalton. Interpretación molecular de la temperatura. Dilatación térmica.*

*Calor y trabajo. Capacidad calorífica - calor específico. Ley de Dulong y Petit. Temperatura de equilibrio. Calor de cambio de estado. Primer Principio de la Termodinámica. Experiencia de Joule. Trabajo para un gas. Energía interna de un gas. Capacidades caloríficas de un gas ideal.*

*Segundo principio de la termodinámica. Resultados del segundo principio.*

*Formulación matemática del 2do. Principio. Función entropía. Procesos reversibles e irreversibles. Propiedades de la entropía. Combinación de los dos principios de la termodinámica. Función de Helmholtz. Función de Gibbs. Entalpía de vaporización. Ecuación de Kirchoff.*

*Cálculo de la energía interna, la entalpía y la entropía para sistemas homogéneos cerrados. Relaciones de Maxwell. Cálculo de la entropía para un gas ideal. Relación entre  $C_p$  y  $C_v$ .*

*Sistemas abiertos. Potencial químico. 1ra y 2da. Ley para sistemas abiertos.*

*Combinación de las dos Leyes para sistemas abiertos. Sistemas heterogéneos cerrados. Ecuaciones fundamentales para sistemas heterogéneos. Equilibrio interno. Regla de las fases de Gibbs. Criterios de equilibrio. Ecuación de Clausius - Clayperon. Diagramas de fases. Efecto del aire sobre la presión de vapor de saturación.*

#### Ib) Termodinámica de la atmósfera

*Aire húmedo. Variables de humedad. Ecuación de estado para el aire húmedo.*

*Humedad relativa. Temperatura virtual. Capacidades caloríficas específicas. Temperatura potencial del aire húmedo. Entalpía, energía interna y entropía del aire húmedo. Aire saturado. Entalpía, energía interna y entropía de aire saturado.*

*Procesos termodinámicos en la atmósfera. Enfriamiento isobárico, condensación en la atmósfera por enfriamiento isobárico (rocío, escarcha, heladas, nieblas...). Procesos adiabáticos e isobáricos (isoentálpicos). Temperatura isobárica de bulbo húmedo. Temperatura isobárica equivalente ( $T_{ie}$ ). La ecuación psicrométrica. Saturación del aire por ascenso adiabático.*

*Equilibrio hidrostático. Espesores. La presión en superficie y el peso de la atmósfera. Entalpía de una atmósfera hidrostática. Gradiente térmico vertical. Proceso adiabático seco, gradiente adiabático seco ( $\Gamma_d$  o  $\gamma_d$ ), gradiente adiabático húmedo ( $\Gamma$  o  $\gamma$ ). Energía estática seca. Proceso adiabático saturado, gradiente adiabático saturado. Energía estática saturada. Energía total. Temperaturas potenciales. Temperatura potencial equivalente. Proceso seudo-adiabático saturado, gradiente adiabático seudo-adiabático saturado. Temperatura potencial equivalente para proceso seudo-adiabático saturado. Temperatura potencial de bulbo húmedo. Proceso seudo-adiabático saturado para temperaturas inferiores a 0 °C.*

*Diagramas aerológicos. Emagrama: características, descripción y visualización de procesos y de la estructura vertical de la atmósfera. El campo geopotencial. La altura geopotencial. Gradientes térmicos verticales en función de alturas geopotenciales. Atmósferas de gradiente térmico vertical constante. Mezcla vertical de dos masas de aire.*

*Estabilidad vertical. Empuje hidrostático. Método de la parcela, análisis de la estabilidad para desplazamientos infinitesimales. Gradientes de la parcela (proceso) y del entorno (geométrico). Oscilación de la parcela en una capa estable. Gradiente de temperatura potencial virtual. Criterios de estabilidad para procesos adiabáticos. Análisis de la estabilidad para desplazamientos finitos. Arrastre. Cambios de la estabilidad de una capa por estiramiento vertical. Inestabilidad potencial convectiva. Parámetro de inestabilidad. Índices de inestabilidad.*

## II) RADIACIÓN EN LA ATMOSFERA

*Fundamentos de la radiación. Transferencia radiativa (radiación) y efectos.*

*Radiación desde estructuras atómicas. Ondas electromagnéticas. Espectro.*

*Conceptos - definiciones - unidades. Concepto de emisión, absorción, dispersión y dispersión múltiple. Coeficiente de atenuación. Descripción cuantitativa de la radiación: Ángulo sólido, flujo radiante, densidad de flujo radiante, radiancia. Cuerpo negro. La función de Planck. Ley de Wien. Ley de Stefan-Boltzmann. Aproximación de Raleigh-Jeans. Cuerpos no negros. Cuerpo gris. Ley de Kirchoff*

*La ecuación de la transferencia radiativa. Ley de Beer -Bouguer-Lambert. Longitud óptica, espesor óptico, coeficiente de extinción o atenuación. Ecuación de Schwarzschild. Ecuación sin emisión. Longitud óptica, espesor óptico. Transmisividad, absorbividad y reflectividad.*

*Absorción y emisión de la radiación por los gases de la atmósfera. Reacción Fotoquímica. Fotoionización. Interacciones de ionización-disociación. Transiciones electrónicas Transiciones vibratorias, rotacionales y prohibidas. Dispersión: de Rayleigh, de Mie y geométrica. Reflexión. Reflectancia bidireccional. Albedo. Tipos de superficies reflectantes.*

*Radiación solar. El sol como fuente de energía. Espectro de radiación solar. Constante solar ( $S$ ). Temperatura efectiva del Sol  $T_e$  o  $T_{BB}$ . Temperatura color del Sol  $T_c$ . Insolación (densidad de flujo solar). Absorción y dispersión de la radiación solar por la atmósfera. Perfil vertical de la absorción (Modelo de Chapman). Dispersión de la radiación solar por la atmósfera.*

*Radiación terrestre. Espectro de radiación terrestre. Efecto invernadero. Absorción y emisión de radiación IR en una capa de la atmósfera. Calentamiento - enfriamiento de una*

capa de la atmósfera. Equilibrio radiativo /Equilibrio convectivo. Sensoramiento remoto de la radiación terrestre. El rol de la transferencia radiativa en el balance global de energía.

### III) MICROFÍSICA DE NUBES.

*Gases reales y cambios de fase. Aerosol atmosférico: distribución y propiedades.*

*Condensación homogénea del vapor de agua Núcleos de condensación.*

*Condensación del vapor de agua en la atmósfera (condensación heterogénea).*

*Presión de vapor de soluciones sobre superficies curvas. Crecimiento de gotas por condensación. Crecimiento de una población de gotas.*

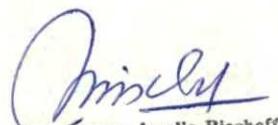
*Propiedades microfísicas de las nubes. Crecimiento de gotas por colisión y coalescencia.*

*Formación de partículas de hielo en una nube. Formación y crecimiento de granizo.*

*Procesos de crecimiento de partículas líquidas y sólidas en una nube. Distintos mecanismos microfísicos que conducen a la precipitación en nubes estratiformes y en nubes cumuliformes "mixtas" o "calientes".*

### BIBLIOGRAFÍA

1. Dynamical and Physical Meteorology. G. J. Haltiner and F.L. Martín, McGraw Hill, N.Y., 479 págs. 1957.
2. Atmospheric Science: An Introductory Survey. J. M. Wallace and P. V. Hobbs, Academic Press, N.Y. 476 págs. 1977.
3. An Introduction to Dynamics Meteorology. J.R. Holton, 2º Edition. Academic Press, N.Y. 391 págs. 1979.
4. An Introduction to Atmosphere Physics. R. G. Feagle and J.A. Bussinger. Academic Press, N.Y. 432 págs. 1990.
5. The Ceaseless Wind. An Introduction to the theory of atmospheric motion. J.A. Dutton, McGraw Hill, N.Y. 579 págs. 1976.
6. An Introduction to Atmospheric Radiation. K. Nan Liow, Academic Press, N.Y. 392 págs. 1980.
7. Atmospheric Thermodynamics. J. V. Iribarne and W.L. Godson. De Reidel Publ. Co., Boston, 332 págs. 1973 y la 2º edición 1981.
8. Atmospheric Thermodynamics. C. R. Bohren and B. Albrecht: Oxford University Press, NY, 402 págs, 1998.



Dra. Susana Amalia Bischoff  
Directora  
Cs. de la Atmósfera y los Océanos