

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

**ASIGNATURA:** Física de la Atmósfera **CÓDIGO:** 9041  
**CUATRIMESTRE:** Primero **AÑO:** 2015  
**CARRERA:** Bachillerato Universitario en Ciencias de la Atmósfera  
**CÓDIGO DE CARRERA:** 40-41-42-43  
**ORIENTACIÓN:** Meteorología Sinóptica, Hidrología, Climatología, Agrometeorología  
**CARÁCTER DE LA MATERIA:** de grado, obligatoria  
**DURACIÓN:** Cuatrimestral  
**HORAS DE CLASE SEMANAL:** Teóricas: 6  
Problemas: 3  
Laboratorio: 1  
Total de horas: 10  
**CARGA HORARIA TOTAL:** 160  
**ASIGNATURAS CORRELATIVAS:** TP de Meteorología General, TP de Física 1  
**FORMA DE EVALUACIÓN:** 3 exámenes parciales y examen final

**PROGRAMA ANALITICO**

**TERMODINAMICA DE LA ATMOSFERA**

Unidad 1: Revisión de termodinámica general

Definiciones y Conceptos. Variables termodinámicas. Paredes adiabáticas y diatérmicas. Principio cero de la termodinámica. Termómetros, escalas de temperatura. Temperatura de un gas ideal. Unidades de presión. Ecuación de estado de gases ideales. Mezcla de gases ideales. Ley de Dalton. Interpretación molecular de la temperatura.

Unidad 2: Primer Principio de la Termodinámica

Calor y trabajo. Definición de energía. La equivalencia entre calor y trabajo realizado. Primer Principio de la Termodinámica. Capacidad calorífica, calor específico. Experiencia de Joule. Relaciones entre capacidades caloríficas o calores específicos. Otras formas de escribir el primer principio. Temperatura de equilibrio. Calor de cambio de estado. Energía interna de un gas para distintos procesos. Ecuaciones de Poisson. Definición del gradiente adiabático. Temperatura potencial. Ecuación hidrostática.

Unidad 3: Segundo Principio de la Termodinámica

Segundo principio de la termodinámica. El ciclo de Carnot. Resultados derivados del ciclo de Carnot. Formulación matemática del segundo principio. Función entropía. Expresiones del

2do. Principio asociado a transformaciones. Combinación de los dos principios de termodinámica. Función de Helmholtz. Función de Gibbs. Potenciales termodinámicos. Relaciones de Maxwell. Calor no compensado de Clausius. Definiciones de parámetros para sustancias líquidas o sólidas. Criterios de equilibrio. Cálculo de la entropía para un gas ideal.

#### Unidad 4: El agua y sus transformaciones

Sistemas heterogéneos. Sistemas abiertos. Potencial químico. Ecuaciones fundamentales para un sistema heterogéneo abierto. Estado de equilibrio interno para un sistema heterogéneo. Caso particular de la entalpía. Regla de las fases de Gibbs. Propiedades termodinámicas del agua. Estado de equilibrio entre fases. Ley de Clausius-Clapeyron. Diagramas de fases. Diagrama de Amagat-Andrews. Efecto del aire sobre la presión de vapor de saturación.

#### Unidad 5: Termodinámica del aire.

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.

#### Unidad 6: Diagramas aerológicos

Transformaciones área-equivalente. Ejemplos de diagramas termodinámicos: emagrama.

#### Unidad 7: Procesos en la atmósfera

Procesos en la atmósfera. Enfriamiento isobárico: Temperaturas de rocío y escarcha. Heladas. Procesos adiabáticos isobáricos: temperatura de bulbo húmedo. Expansiones adiabáticas no saturadas. Expansiones adiabáticas saturadas. Ascensos saturados: procesos reversibles, procesos pseudo-adiabáticos. Gradiente adiabático saturado. Otros procesos: mezcla adiabática isobárica, mezcla vertical. Congelamiento dentro de una nube.

#### Unidad 8: Estabilidad vertical en la atmósfera

Estabilidad vertical. La ecuación de movimiento para una parcela. Análisis de la estabilidad y criterios. Desplazamientos no saturados. Desplazamientos saturados. Generalización del criterio de estabilidad. Trabajo realizado por o sobre la parcela. Análisis de la estabilidad por el método de la capa. Inestabilidad potencial o convectiva. Uso de los diagramas aerológicos para pronóstico. Índices de inestabilidad.

### **MICROFÍSICA DE NUBES**

#### Unidad 9: Microfísica de nubes

Nucleación homogénea del vapor de agua. Núcleos de condensación (distribución y características generales). Nucleación heterogénea del vapor de agua. Presión de vapor de soluciones sobre superficies curvas. Crecimiento de gotas por condensación. Crecimiento de gotas por colisión y coalescencia. Formación de cristales en nubes. Crecimiento de

cristales por depósito y por agregado. Procesos de crecimiento de partículas líquidas y sólidas en una nube. Formación y crecimiento de granizo. Distintos mecanismos microfísicos que conducen a la precipitación en nubes frías, cálidas y mixtas.

## **RADIACION EN LA ATMOSFERA**

### Unidad 10: Revisión general

Naturaleza ondulatoria y naturaleza cuántica de la radiación electromagnética. Definición de intensidad de radiación y densidad de flujo radiativo. Aplicación de estas nociones a la radiación solar: constante solar, distribución regional y estacional de la insolación. Espectroelectromagnético. Bandas significativas para la meteorología y el sensoramiento remoto.

### Unidad 11: Interacción de la radiación con la materia

Reflexión y refracción en medios homogéneos. Índice de refracción. Coeficiente de absorción volumétrico. Ley de Beer-Bouguer-Lambert. Reflexión y refracción para interfases planas. Propiedades radiativas de las superficies naturales: reflectividad y absorptividad. Albedo. Aproximación de cuerpo gris.

### Unidad 12: Emisión de cuerpo negro y de cuerpo gris

La función de Planck, la ley de Wien, la ley de Stefan-Boltzmann y la aproximación de Rayleigh-Jeans; temperatura de brillo. Cuerpos no negros: emisividad, ley de Kirchhoff. Aplicación al sistema tierra-atmósfera: modelos sencillos de equilibrio radiativo.

### Unidad 13: Transmisión de la radiación en la atmósfera

Generalización de la ley de Beer-Bouguer-Lambert a partir del coeficiente volumétrico de extinción. Transmitancia. Camino óptico. Coeficientes de extinción de masa. La aproximación plano-paralela: el espesor óptico como coordenada vertical. Aplicación: las bandas de absorción en la atmósfera para distintos gases. Caso idealizado: variación de la transmitancia con la altura en una atmósfera isotérmica.

### Unidad 14: La ecuación de transferencia radiativa

La ecuación de Schwarzschild. La función de peso para la emisividad de una capa. Casos particulares: radiación de onda larga medida con sensores ubicados en la superficie y en el tope de la atmósfera. La ecuación de transferencia radiativa con dispersión. Regímenes de dispersión para los distintos componentes de la atmósfera. Aplicación: interpretación de espectros de emisión en onda larga. Equilibrio radiativo en una atmósfera gris.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. A Short Course in Cloud Physics, Third Edition, M. K Yao, R. R. Rogers, Butterworth-Heinemann Eds., 1989, 304 pp.

2. Atmospheric Science: An Introductory Survey. 2nd Edition. J. M. Wallace and P. V. Hobbs. 2006. Academic Press, N.Y. 476 pp.
3. Atmospheric Thermodynamics. 2nd Edition. J. V. Iribarne and W.L. Godson. 1981. Reidel Publ. Co., Boston, 332 pp.
4. Atmospheric Thermodynamics. C. R. Bohren and B. Albrecht. 1998. Oxford University Press, NY, 402 pp.
5. An Introduction to Atmospheric Thermodynamics. A.A. Tsonis. 2007. Cambridge University Press, NY, 186 pp.
6. An Introduction to Atmospheric Radiation. K. Nan Liow. 1980. Academic Press, N.Y. 392 pp.
7. A First Course in Atmospheric Radiation. 2nd Ed. Grant W. Petty. 2006. Sundog Publishing, 472 pp
8. Satellite Meteorology: An introduction. S Kidder and T VonderHaar. 1995. Academic Press, 466 pp.

Firmas Profesores

CLAUDIO MENENDEZ

Firma Director

Dra. MARCELA H. GONZALEZ  
DIRECTORA ADJUNTA  
Cs. DE LA ATMÓSFERA Y LOS OCÉANOS



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Expte. N° 497369 V.08.-

19 OCT 2015

VISTO las presentes actuaciones elevadas por el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos a fojas 01 y 69, donde comunica las materias que dictó durante el verano, primer cuatrimestre e invierno de 2015, con sus correspondientes programas.

CONSIDERANDO:

de Personal a fojas 77.

y Planes de Estudio.

día de la fecha, y

Universitario.

La revista del personal docente informado por la Dirección

Lo aconsejado por la Comisión de Enseñanza, Programas

Lo actuado por este Cuerpo en su sesión realizada en el

en uso de las atribuciones que le confiere el Estatuto

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
RESUELVE**

ARTICULO 1°.- Dar validez al dictado y los correspondientes programas de las asignaturas que, durante el verano, primer cuatrimestre e invierno del año lectivo 2015 se realizaron en el Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, de acuerdo al detalle que figura en los Anexos que forman parte de la presente resolución.

ARTICULO 2°.- Comuníquese al Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, remítase copia conjuntamente con los correspondientes programas a la Dirección de Biblioteca y Publicaciones, tome conocimiento la Dirección de Alumnos y Graduados, difúndase en el ámbito de esta Casa de Estudios y cumplido, archívese.

RESOLUCION CD N°

2466

Dr. JORGE ZILBER  
SECRETARIO ACADEMICO ADJUNTO

Dr. JUAN CARLOS REBORADA  
DECANO