



Meteorología y Climatología

2º Ciencias Ambientales
Departamento de Física Aplicada
Universidad de Granada



Profesor del grupo A

- Andrew S. Kowalski
 - “Andy”
 - “Profesor”
- Despacho
 - 103 (2^a planta; zona de física)
 - andyk@ugr.es
- Tutoría
 - Lunes 9:00 – 11:00
 - Martes 9:00 – 11:00
 - Viernes 09:00 – 11:00

Prácticas

- Dos profesores, por tema (no por grupo)
- Profesor 1: Dr. Juan Luis Guerrero Rascado
 - tutoría: cita por email (rascado@ugr.es)
 - Aula SF1*: J 9:00-12:0
- Profesor 2: Dr. Lucas Alados Arboledas
 - Despacho 31*; martes/jueves 10:00-13:00
 - alados@ugr.es

*También: 2º planta CEAMA (Centro Andaluz del Medio Ambiente)

Horas

- Teoría (tres horas)
 - Lunes, martes, miércoles, (jueves?) 12:00 – 13:00
- Prácticas : los profesores asignarán 3 grupos*

Subgrupo A1			Subgrupo A2			Subgrupo A3		
Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula	Día	Hora	Aula
Lunes 25/09	19:00	C03	Lunes 25/09	20:00	C03	Lunes 25/09	15:00	C02
Lunes 2/10	19:00	C03	Lunes 2/10	20:00	C03	Lunes 2/10	15:00	C02
Lunes 9/10	18:00	C12	Lunes 9/10	17:00	C12	Lunes 9/10	16:00	C12
Lunes 16/10	19:00	C03	Lunes 16/10	20:00	C03	Lunes 16/10	15:00	C02
Lunes 23/10	17:00	C21	Lunes 23/10	18:00	C21	Lunes 23/10	16:00	C21
Lunes 30/10	18:00	C21	Lunes 30/10	17:00	C21	Lunes 30/10	16:00	C21
Lunes 6/11	18:00	C21	Lunes 6/11	17:00	C21	Lunes 6/11	16:00	C21
Lunes 13/11	18:00	C21	Lunes 13/11	17:00	C21	Lunes 13/11	16:00	C21
Lunes 20/11	18:00	C21	Lunes 20/11	17:00	C21	Lunes 20/11	16:00	C21
Lunes 27/11	18:00	C21	Lunes 27/11	17:00	C21	Lunes 27/11	16:00	C21
Lunes 4/12	18:00	C21	Lunes 4/12	17:00	C21	Lunes 4/12	16:00	C21
Lunes 11/12	18:00	O04	Lunes 11/12	17:00	O04	Lunes 11/12	16:00	O04
Lunes 18/12	18:00	O04	Lunes 18/12	17:00	O04	Lunes 18/12	16:00	O04

- *Petición particular de grupo (por trabajo, etc.)

Contacto con el profesor

Dirección: rascado@ugr.es

[SPAM] (hotmail.com; telefonica.net; etc.)

Asunto: METCLIM

Prácticas por profesor/tema

Sesión	Fecha	Actividad	Responsable
1	25 septiembre 2017	Primera relación radiación	J.L. Guerrero Rascado
2	02 octubre 2017	Segunda relación radiación	J.L. Guerrero Rascado
3	09 octubre 2017	Tercera relación radiación	J.L. Guerrero Rascado
4	16 octubre 2017	Primera relación termodinámica aire	J.L. Guerrero Rascado
5	23 octubre 2017	Segunda relación termodinámica aire	J.L. Guerrero Rascado
6	30 octubre 2017	Primera relación sondeo aerológico	L. Alados Arboledas
7	06 noviembre 2017	Segunda relación sondeo aerológico	L. Alados Arboledas
8	13 noviembre 2017	Tercera relación sondeo aerológico	L. Alados Arboledas
9	20 noviembre 2017	Cuarta relación sondeo aerológico	L. Alados Arboledas
10	27 noviembre 2017	Primera relación Mapas sinópticos	J.L. Guerrero Rascado
11	04 diciembre 2017	Segunda relación Mapas sinópticos	J.L. Guerrero Rascado
12	11 diciembre 2017	Primera relación Modelo de Balance de Energía	J.L. Guerrero Rascado
13	18 diciembre 2017	Segunda relación Modelo de Balance de Energía	J.L. Guerrero Rascado

Recursos electrónicos ("Moodle")

- atmosfera2.ugr.es → "Docencia del grupo" → "Acceso a moodle"
 - Programas de teoría y de práctica
 - Objetivos y Criterios de Evaluación
 - Enunciados de prácticas, relaciones de problemas
 - Temas y Transparencias
- Acceso (una vez completadas las listas)
 - usuario: DNI
 - contraseña: DNI
- Alumno matriculado y sin acceso:

Contacto con el profesor

Dirección: rascado@ugr.es

Asunto: METCLIM

Contenido: Nombre, DNI, solicitud de alta en
el Moodle

Evaluación

- Evaluación global en **cuatro aspectos** ponderados así:
 - Teoría – **a. 60% de la nota final**
 - Examen Parcial (fin nov.; por programar); aprobar = eliminar
 - Examen de enero, global (menos material eliminado)
 - “Prácticas” – (40% de la nota final)
 - **La asistencia es obligatoria** (máximo de 2 ausencias justificadas)
 - Practicas del sondeo; examen del sondeo – **b. 20% de la nota final**
 - Relaciones de problemas; problemas resueltos – **c. 15% de la nota final**
 - Ejercicios Modelo Balance de Energía; Informe – **d. 5% de la nota final**
 - **Para aprobar, es imprescindible obtener una nota por encima de 4,5 en los exámenes (a y b).**
 - El incumplir con la obligación de asistencia en las prácticas resultará en una nota de 0 para las prácticas presenciales (**c** y **d**; reduciendo en 20% la máxima nota final posible).
 - Puede convenir pedir la “evaluación única final”

Asignatura de *Física (problemas)* en 3 bloques

- 1. Meteorología Física
 - Introducción (descriptivo)
 - Radiación (física; *problemas*)
 - Aire seco/húmedo (termodinámica; *problemas*)
 - Balance de Fuerzas (análisis y razonamiento *físico*)
 - Cambio de fase (*modelos físicos*, descripciones)
- 2. Dinámica de la Atmósfera
 - Balance de fuerzas horizontales (*problemas*)
 - Meteorología Sinóptica (descriptivo)
 - Circulación General (descriptivo)

Asignatura de Física (problemas)

en 3 bloques

- 3. Climatología
 - Climas de la Tierra (descriptivo)
 - Sistema Climático (descriptivo)
 - Cambio Climático (modelo *físico*, con ecuaciones diferenciales)

Programa

- Clases
 - Transparencias (.ppt)
- Programa
 - Teoría
 - Prácticas

Programa Teórico

TEMA 1.- INTRODUCCIÓN.

- 1.1 Introducción.
- 1.2 Tiempo y Clima. Meteorología y Climatología.
- 1.3 Atmósfera:
 - 1.3.1 Composición.
 - 1.3.2 Estructura térmica. Gradiente geométrico de temperaturas.
 - 1.3.3 Clasificación de las capas atmosféricas.
- 1.4 Observaciones meteorológicas.

Programa Teórico (continuado)

TEMA 2.- RADIACIÓN. BALANCE RADIATIVO.		2.4	Radiación solar.
2.1	Introducción.	2.4.1	El Sol. Espectro solar.
2.1.1	Radiación Electromagnética.	2.4.2	Geometría Solar.
2.1.2	Espectro electromagnético.	2.4.3	Radiación solar en la atmósfera.
2.1.3	Magnitudes radiométricas.	2.5	Radiación térmica.
2.2	Absorción, emisión y dispersión.	2.5.1	Absorción por gases atmosféricos.
2.2.1	Cuerpo negro.	2.5.2	Efecto invernadero.
2.2.2	Leyes de la radiación.	2.6	Balance de radiación.
2.3	Transporte radiativo.	2.7	Instrumentos radiométricos.
		2.8	Teledetección.

Programa Teórico (continuado)

TEMA 3.- AIRE SECO. AIRE HÚMEDO.

3.1 Introducción

3.2 Aire seco.

3.2.1 Ecuación de estado.

3.2.2 Expansión adiabática. Temperatura Potencial.

3.3 Aire Húmedo.

3.3.1 Agua en la atmósfera. Cambios de fase.

3.3.2 Vapor de agua en la atmósfera. Ecuación de estado.

3.3.3 Índices de humedad.

3.3.4 Ecuación de estado. Temperatura virtual.

3.3.5 Expansión adiabática del aire no saturado

3.4 Diagramas termodinámicos.

3.5 Procesos isobáricos

3.5.1 Temperatura de rocío.

3.5.2 Temperatura del termómetro húmedo. Psicrómetro.

3.5.3 Temperatura equivalente.

3.6 Expansión adiabática aire saturado. Proceso pseudoadiabático.

3.7 Mezcla de masas de aire

3.7.1 Mezcla horizontal

3.7.2 Mezcla vertical

Programa Teórico (continuado)

TEMA 4.- EQUILIBRIO VERTICAL EN LA ATMÓSFERA. ESTABILIDAD.

- 4.1 Equilibrio hidrostático.
- 4.2 Gradiente vertical de temperatura.
- 4.3 Gradientes adiabático seco y saturado.
- 4.4 Estabilidad vertical.
 - 4.4.1 Método de la burbuja.
 - 4.4.2 Criterios de estabilidad en términos de las temperaturas potenciales.
- 4.5 Desarrollo vertical.
 - 4.5.1 Desplazamiento vertical de una columna sin saturar.
 - 4.5.2 Desplazamiento vertical de una columna hasta saturación. Inestabilidad potencial.
- 4.6 Inestabilidad latente.
- 4.7 Método de la lámina o de los estratos para el análisis de la estabilidad.

Programa Teórico (continuado)

TEMA 5.- CONDENSACIÓN EN LA ATMÓSFERA. NUBES. PRECIPITACIÓN.

- 5.1 Mecanismos de condensación.
- 5.2 Nucleación Homogénea y Heterogénea.
 - 5.2.1 Núcleos de Condensación.
 - 5.2.2 Núcleos de congelación.
- 5.3 Nubes.
 - 5.3.1 Formación.
 - 5.3.2 Clasificación.
 - 5.3.3 Efectos radiativos.
- 5.4 Nieblas.
- 5.5 Precipitación desde nubes de agua. Colisión y coalescencia.
- 5.6 Precipitación desde nubes mixtas. Crecimiento por Difusión Agregación y Acreción.
- 5.7 Tipos de precipitación.
- 5.8 Acción del hombre.

Programa Teórico (continuado)

TEMA 6.- DINÁMICA ATMOSFÉRICA

- 6.1 Ecuación de Movimiento.
- 6.2 Campo horizontal de presiones.
- 6.3 Flujo horizontal sin rozamiento.
 - 6.3.1 Viento geostrófico
 - 6.3.2 Viento del gradiente
 - 6.3.2.1 Circulación ciclónica. Borrascas.
 - 6.3.2.2 Circulación anticiclónica. Anticiclones.
- 6.4 Viento térmico. Advección térmica.
- 6.5 Regímenes de vientos locales y de pequeña escala.
- 6.6 Medidas de presión y viento.

Programa Teórico (continuado)

TEMA 7- METEOROLOGÍA SINÓPTICA.

7.1	Introducción.	7.9	Convergencia y vorticidad
7.2	Sistemas Báricos.	7.9.1	Vorticidad relativa y absoluta.
7.3	Masas de aire.	7.9.2	Ecuación de vorticidad.
7.4	Superficies frontales. Frentes.	7.9.3	Vorticidad potencial.
7.5	Depresiones frontales.	7.9.4	Ondas de Rossby.
7.6	Depresiones de tipo no frontal.	7.10	Predicción meteorológica.
7.7	Anticiclones	7.10.1	Ánálisis del tiempo.
7.8	Convergencia. Divergencia.	7.10.2	Predicción del tiempo.
7.8.1	Conexión entre los movimientos horizontales y verticales del aire.	7.10.3	Herramientas en la predicción meteorológica.
		7.10.4	Predicción numérica.
		7.10.5	Satélites y predicción meteorológica.

Programa Teórico (continuado)

TEMA 8- CIRCULACIÓN GENERAL.

- 8.1 Introducción.
- 8.2 Observaciones
- 8.3 Características generales de la Circulación General.
 - 8.3.1 Principios de conservación.
 - 8.3.2 Ciclo de la energía.
 - 8.3.3 Ciclo del momento angular.
- 8.4 Modelos celulares.
 - 8.4.1 Modelo unicelular.
 - 8.4.2 Modelo tricelular.
- 8.5 Teleconexiones
 - 8.5.1 El Niño-La oscilación Austral.
 - 8.5.2 La Oscilación del Atlántico Norte
- 8.6 Distribución global de la precipitación.
- 8.7 Observación global. Teledetección.

Programa Teórico (continuado)

- TEMA 9.- LOS CLIMAS DE LA TIERRA.
- 9.1 Elementos y factores del clima.
- 9.2 Índices climáticos y clasificaciones climáticas.
- 9.3 Climas regionales.
 - 9.3.1 Climas intertropicales.
 - 9.3.2 Climas templados.
 - 9.3.3 Climas polares.
 - 9.3.4 Climas de montaña.

Programa Teórico (continuado)

TEMA 10.- SISTEMA CLIMÁTICO.

- 10.1 Sistema climático. Componentes del sistema climático.
- 10.2 Mecanismos de acoplamiento. Tiempos de respuesta.
- 10.3 Realimentaciones.
- 10.4 Modelos climáticos.

Programa Teórico (continuado)

TEMA 11.- CAMBIO CLIMÁTICO.

11.1 La variabilidad temporal del clima y la noción de cambio climático.

11.2 Causas de los cambios climáticos.

11.2.1 Causas externas.

11.2.1.1 Emisión solar.

11.2.1.2 Aspectos de la órbita solar.

11.2.2 Causas internas.

11.2.2.1 Naturaleza de la superficie terrestre.

11.2.2.1 Composición atmosférica.

11.2.3 Acción del hombre.

11.2.3.1 Calentamiento global.

11.2.3.2 Agujero de ozono.

11.2.3.3 Cambios en la superficie terrestre.

11.3 Predicciones de los modelos climáticos.

11.3.1 Simulaciones con el modelo de balance de energía.

11.3.2 Resultados de Modelos de Circulación General.
IPCC 2001.

Programa de Prácticas

- **PRÁCTICA 1. Problemas de radiación.**
 - 1.1 Radiación de cuerpos negros, flujos y densidades de flujos radiativos.
 - 1.2 Extinción atmosférica, masa óptica.
 - 1.3 Equilibrio radiativo
- **PRÁCTICA 2. Problemas de termodinámica.**
 - 2.1 Calor y trabajo; procesos adiabáticos secos; humedad atmosférica
 - 2.2 Procesos adiabáticos con cambio de fase; Efecto Föhn.
- **PRÁCTICA 3. Sondeo aerológico.**
 - 3.1 Propiedades de los diagramas termodinámicos.
 - 3.2 El diagrama oblicuo. Familias de curvas.
 - 3.3 El sondeo aerológico.
 - 3.4 Cálculo de la humedad relativa.
 - 3.5 Determinación del nivel de condensación por elevación (NCE).
 - 3.6 Cálculo de temperaturas
 - 3.6.1 Temperatura potencial
 - 3.6.2 Temperatura pseudoadiabática potencial del termómetro húmedo.
 - 3.6.3 Pseudotemperatura del termómetro húmedo.
 - 3.6.4 Temperatura pseudopotencial del termómetro húmedo.
 - 3.6.5 Temperatura pseudoequivalente.
 - 3.6.6 Temperatura pseudopotencial equivalente.
 - 3.6.7 Propiedades conservativas.

Programa de Prácticas (continuación)

- **PRÁCTICA 3. Sondeo aerológico (continuación).**
 - 3.7 Estabilidad para el aire seco.
 - 3.8 Estabilidad para el aire saturado.
 - 3.9 Estabilidad condicional.
 - 3.10 Estabilidad potencial.
 - 3.11 Estabilidad latente. Nivel de convección libre (NCL).
 - 3.12 Falsa estabilidad latente.
 - 3.13 Nivel de equilibrio.
 - 3.14 Índices de estabilidad.
 - 3.15 Determinación del nivel de condensación por convección (NCC). Probabilidad de formación de cúmulos.
- **PRÁCTICA 4. Análisis de mapas sinópticos de altura.**
 - 4.1 Concepto de isohipsas. Cálculo e interpretación del viento geostrófico (guiados por el profesor)
 - 4.2 Cálculo e interpretación del viento geostrófico por el alumno
- **PRÁCTICA 5. Modelo de balance de energía.**
 - 5.1 Presentación.
 - 5.2 Manejo del programa.
 - 5.3 Sensibilidad. Cambios en la constante solar.
 - 5.4 Variaciones en el albedo superficial.
 - 5.5 Variaciones en el transporte latitudinal.
 - 5.6 Variaciones en el balance de radiación de onda larga. Aumento de gases invernadero.
 - 5.7 Realimentaciones.

BIBLIOGRAFÍA

Aguado, E y Burt J.E. Understanding weather and climate, Prentice Hall, New Jersey, 1999.

Barry, R.G. and Chorley, R.J. Atmósfera, tiempo y clima. Omega S.A., Barcelona, 1999.

Ahrens, C.D., Meteorology today: an introduction to weather, climate and the environment. 5^a edición, West, Minnesota, 1994.

Casas. M .C. y Alarcón M., Meteorología y Clima. Ed. UPC. Barcelona. 1999.

Cuadrat, J.M. y Pita, M.F . Climatología, Cátedra, 1997.

Elias Castillo, F, y Castellvi Sentis, F., Agrometeorología, Mundi Prensa, 1996.

García de Pedraza et al. Diez Temas sobre Meteorología, MAPA, Madrid, 1990.

Guyot, G., Physics of the environment and climate, Willey Praxis, 1998.

Haltiner, G.J. y Martin, F.L., Meteorología Dinámica y Física, I. N. M., Madrid, 1990.

Henderson-Sellers, A. and McGuffie, K., Introducción a los Modelos Climáticos, Omega, 1990.

Houghton, J.T. Global Warming. Lion Publishing, Oxford, 1994.

IPCC, 2001. Climate Change 2001. The Scientific Basis.Cambridge University Press, Cambridge.

- 
- Iribarne , J.V. y Godson, W.L., Termodinámica de la atmósfera, 1996, INM, 1996
- Lutgens, F.K. y Tarbuck, E.J., The atmosphere, 7^a edición, Prentice Hall, New Jersey, 1998.
- Lockwood, J.G. World climatology. An environmental approach. Edward Arnold, Londres, 1974.
- McIlven, R., Fundamentasl of Weather and Climate, Chapman and Hall, London, 1986.
- McIntosh, D.H. y Thom, A.S., Meteorología básica, Alhambra, Madrid, 1983.
- Peinado, A. Lecciones de climatología. Conceptos y técnicas. I.N. M., Madrid, 1985.
- Peixoto, J.P. and Oort, A.H. Physics of climate. American Institute of Physics, New York, 1992.
- Ramis, C., 1996. Prácticas de meteorología. Servei de Publicacions i Intercanvi Científic, Universitat de les Illes Balears, Palma de Mallorca.
- Retallack, B.J., 1974. Compendio de meteorología. Meteorología Física. Organización Meteorológica Mundial, Ginebra.
- Salby, M., Fundamentals of Atmospheric Physics. Academic Press, San Diego, 1996.
- Wallace, J.M. y Hobbs. Atmsopheric Science an Introductory Survey, Academic Press, San Diego, 1977.

¿Preguntas?