

Año 1978

Programa: FÍSICA DE LA ATMÓSFERAProf.: Lic. Emilio A. Cairó  
Profesor Titular1. Funciones características. Ecuaciones fundamentales. Condiciones para el equilibrio de un sistema.

- 1.1. Funciones características; función "trabajo máximo" o de Helmholtz, función "energía libre" o "trabajo útil" de Gibbs. Ecuaciones fundamentales; relaciones de Maxwell.
- 1.2. Condiciones de equilibrio y sentido de los procesos naturales
- 1.3. Ecuaciones termodinámicas de estado.
- 1.4. Diferencias entre calores molares y específicos a presión y volumen constantes.
- 1.5. Funciones características de gases ideales.

2. Sistemas abiertos

- 2.1. Dependencia de la variación de las funciones termodinámicas con la composición del sistema. Número de componentes.
- 2.2. Magnitudes parciales molares. El potencial químico.
- 2.3. Ecuaciones fundamentales de sistemas homogéneos abiertos.
- 2.4. Sistemas heterogéneos cerrados; condiciones de equilibrio.
- 2.5. Diferentes definiciones de los potenciales químicos.
- 2.6. Caracteres de las fases. Equilibrio y masas de las fases. Varianza.
- 2.7. Irreversibilidad y calor no compensado.
- 2.8. Afinidad.
- 2.9. Expresión para el calor recibido dQ.
- 2.10 Sistema aire-agua en sus tres estados. Variaciones de la entalpía, entropía y energía libre.
- 2.11 Equilibrio de cambios de estado. Expresiones de la ecuación de Clausius Clapeyron.

3. Propiedades térmicas del agua y del aire húmedo

- 3.1. Sistemas constituidos por agua como único componente. Superficie termodinámica. Diagrama de Aregat y Andrews; curvas en los planes  $p, V$ ;  $p, T$ . Fórmula de Magnus.
- 3.2. El aire atmosférico y su composición. Teoría cinética de los gases; el aire como gas ideal. Expresiones del contenido de vapor de agua. Temperatura virtual.
- 3.3. Calores específicos del aire húmedo.
- 3.4. Temperatura potencial; relación con la entropía del aire.
- 3.5. Entalpía y entropía del aire húmedo y de una nube.
- 3.6. La carta higrométrica.

.2

Aprobado por Resolución DT 229/78

Lio. EMILIO CAIRÓ



#### 4. Diagramas aerológicos

- 4.1. El diagrama de Clapeyron como modelo de diagrama equivalente; condiciones de equivalencia de un  $\theta$  diagrama.
- 4.2. Emagrama, tefigrama, aerograma y diagrama de Stüve; coordenadas y propiedades. Orientación de las líneas fundamentales.
- 4.3. Uso de los diagramas. Determinación de la relación de mezcla a partir del conocimiento del dato de humedad relativa.
- 4.4. Cálculo de integrales de energía. Método de la isoterma media y de la adiabática media.

#### 5. Procesos en la atmósfera

- 5.1. Enfriamiento isobárico, punto de rocío. Condensación por enfriamiento isobárico.
- 5.2. Temperatura isobárica equivalente, procesos isentálpicos.
- 5.3. Temperatura isobárica de bulbo húmedo; termómetro de bulbo húmedo.
- 5.4. Mezcla horizontal; temperatura, humedad y presión de vapor resultante. Níveles de mezclas.
- 5.5. Procesos adiabáticos; saturación del aire por ascenso adiabático; nivel ascensional de condensación y temperatura de saturación.
- 5.7. Procesos adiabático-saturado reversible y pseudoadiabático. Temperaturas adiabáticas equivalente y de bulbo húmedo y sus correspondientes temperaturas potenciales. Propiedades conservativas de los parámetros de temperatura y humedad.

#### 6. El equilibrio hidrostático en la atmósfera

- 6.1. La fuerza de gravedad. La ecuación hidrostática.
- 6.2. El geopotencial; propiedades del campo de geopotencial.
- 6.3. Medida del geopotencial; el metro geopotencial. Altura barométrica.
- 6.4. Gradientes térmicos; gradientes adiabáticos seco, húmedo y saturado.
- 6.5. Atmósferas de gradiente térmico constante; atmósferas homogéneas, adiabáticas seca y homogénea. Atmósfera tipo "ICAN".
- 6.6. Estabilidad en movimientos verticales; el método de la parcela; criterio de estabilidad.
- 6.7. Gradientes de la parcela y el entorno; estabilidad para los procesos adiabáticos. Gradiente de temperatura potencial. Inestabilidad condicional.
- 6.8. Correcciones al método de la parcela. El método de la capa y la corrección debida al arrastre.
- 6.9. Inestabilidad potencial o convectiva.
- 6.10 Energía interna y potencial en la atmósfera. Energía interna y potencial de una capa de gradiente constante.



## 7. La condensación en la atmósfera

- 7.1. Termodinámica de los cambios de fase.
- 7.2. Presión de vapor sobre gotas pequeñas de agua pura; derivación termodinámica de la fórmula de Kelvin.
- 7.3. Condensación sobre partículas solubles e insolubles, núcleos de condensación en la atmósfera.
- 7.4. Nucleación del hielo; núcleos de congelación en la atmósfera. Congelación de gotas de agua sobreenfriadas.

## 8. Crecimiento de las gotas de nube

- 8.1. El crecimiento por condensación de una única gota. Crecimiento por condensación de una población de gotas en el interior de un cúmulos.
- 8.2. Crecimiento de las gotas por colisión y coalescencia; modelos continuo y estocástico.
- 8.3. Tamaño de las gotas de nubes. Distribuciones según sus radios; resultados experimentales.

## 9. Los procesos de precipitación

- 9.1. Formas de precipitación; llovizna, lluvia, chaparrones, nevadas y granizo.
- 9.2. Precipitaciones de nubes calientes; proceso de Bowen y Ludlam. Chaparrones de nubes calientes. Precipitación por presencia de la fase hielo; el proceso de Bergeron. Formación y precipitación del granizo; factores que gobiernan su crecimiento.
- 9.3. La modificación artificial de las nubes y sus precipitaciones.

## 10. Energía radiante en la atmósfera

- 10.1. Naturaleza de la energía radiante. Intensidad, flujo y densidad de flujo.
- 10.2. El cuerpo negro. Fórmula de Planck; ley de Kirchhoff, leyes de Stefan-Boltzmann y de Wien.
- 10.3. Absorción de la radiación; ley de Beer.
- 10.4. El sol y su radiación, constante solar. Atenuación de la radiación solar por la atmósfera; absorción, difusión y reflexión. Albedo.
- 10.5. Transporte de la energía radiante en la atmósfera. Radiación terrestre y atmosférica. Tratamiento de la ecuación de Schwarzschild. Equilibrio radiante.
- 10.6. Flujo de radiación de onda larga en la atmósfera. Simplificación de Simpson. Ecuación de Brunt. Método de Elsasser, fundamentos básicos.

## 11. Fenómenos eléctricos en la atmósfera

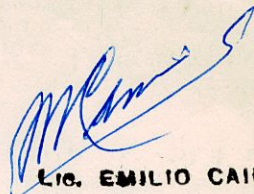
- 11.1. Conductividad eléctrica de la atmósfera. Agentes ionizantes. Medidas de la concentración iónica y de la conductividad atmosférica.
- 11.2. Campo eléctrico en la atmósfera. Datos experimentales. Variaciones de la intensidad del campo eléctrico.

Aprobado por Resolución DT 229/78

Lic. EMILIO CAIMI



- 11.3 Electricidad de tormentas. Distribución de cargas en una nube de tormenta. Descargas; el mecanismo del relámpago. Descargas silenciosas. Auroras.
12. Fenómenos Ópticos en la atmósfera
- 12.1 Refracción de la luz en la atmósfera; fenómenos de refracción astronómica y terrestre. Ascenso y descenso del horizonte; espejismos.
- 12.2 Fenómenos ópticos debidos a la presencia de gotas de agua y de pequeños cristales de hielo. Arco iris, halos y coronas.
13. Propagación del sonido en la atmósfera
- 13.1 Trayectoria de un rayo sónico en la atmósfera. Reflexión, refracción y absorción del sonido en la atmósfera.



Lto. EMILIO CAIMI