

LICENCIATURA EN CIENCIAS METEOROLOGICAS

TERMODINAMICA DE LA ATMOSFERA

PROF.: LIC. EMILIO A. CAIMI

1. Resumen de definiciones y conceptos básicos

- 1.1) Sistemas: abiertos y cerrados; aislados; homogéneos, heterogéneos e inhomogéneos.
- 1.2) Propiedades: intensivas, extensivas; específicas-Magnitudes físicas.
- 1.3) Equilibrio térmico; pared adiabática, pared diatermana- Variables y funciones de estado.
- 1.4) Temperatura empírica.
- 1.5) Ecuación de estado para gases ideales-Modificaciones-Reversibilidad.

2. Primer principio de la Termodinámica

- 2.1) Energía interna; calor-Entalpía-Calores molares y específicos.
- 2.2) Integración de la energía interna y de la entalpía.
- 2.3) Procesos adiabáticos en gases ideales.
- 2.4) Ecuación de Kirchoff

3. Segundo principio de la Termodinámica

- 3.1) Procesos reversibles e irreversibles-Temperatura absoluta-Calor no compensado.
- 3.2) Formulación conjunta de los dos principios
- 3.3) Entropía de un sistema-Tercer principio de la termodinámica.

4. Funciones características y ecuaciones fundamentales

- 4.1) Condiciones de equilibrio y sentido de los procesos naturales
- 4.2) Variación de la entropía con la presión y el volumen-Ecuaciones termodinámicas de estado.
- 4.3) Diferencia entre los calores molares a presión constante y a volumen constante.
- 4.4) Funciones características de gases ideales

5. Funciones características y ecuaciones fundamentales de sistemas abiertos

- 5.1) Sistemas heterogéneos; magnitudes parciales molares.
- 5.2) Sistemas homogéneos cerrados y abiertos.
- 5.3) Sistemas heterogéneos cerrados
- 5.4) Regla de las fases
- 5.5) Irreversibilidad, calor no compensado de Clausius-Afinidad.
- 5.6) Ecuación de Clausius Clapeyron
6. Propiedades térmicas del agua y del aire húmedo.
- 6.1) Diagrama de Amagat-Andrews; curvas de equilibrio p,T y superficie termodinámica $f(p,v,T)=0$
- 6.2) Aire atmosférico, composición-Variable de humedad y calores específicos.
- 6.3) Carta higrométrica.
- 6.4) Adiabáticas; temperatura potencial.
- 6.5) Entalpía y entropía del aire húmedo y de una nube - Enfriamiento isobárico-Punto de rocío.
7. Diagramas aerológicos
- 7.1) Criterios de elección-Diagrama de Clayperon; Emagrama; tefigrama; Refsdal; Stuve; Skew T.
- 7.2) Orientación relativa de las líneas fundamentales.
- 7.3) Equivalencia de áreas.
- 7.4) Cálculo de integrales de energía.
8. Procesos en la Atmósfera
- 8.1) Condensación por enfriamiento isobárico
- 8.2) Transformaciones adiabáticas isobáricas-Temperatura equivalente y de bulbo húmedo.
- 8.3) Mezcla horizontal; niebla de mezcla-Mezcla vertical.
- 8.4) Proceso adiabático saturado reversible-Proceso pseudo adiabático. Temperatura.
9. Equilibrio Hidrostático
- 9.1) Estabilidad e inestabilidad.
- 9.2) Ecuación hidrostática
- 9.3) Altura dinámica.

- 9.4) Gradientes térmicos.
- 9.5) Atmósferas de gradientes térmicos constantes: Atmósfera homogénea, Atmósfera adiabática seca y atmósfera standart.
- 9.6) Estabilidad en movimientos verticales-Métodos de la parcela y de la capa. Inestabilidad condicional.
- 9.7) Arrastre-Inestabilidad potencial o convectiva.
- 9.8) Velocidad de precipitación.
- 10. Energía potencial e interna de la atmósfera.
- 10.1) Energía de una capa de gradiente térmico constante.
- 10.2) Cálculo de Margules sobre vuelco vertical de masas de aire.
- 10.3) Transformaciones de una capa de gradiente térmico constante.

FISICA DE NUBES

11. La formación de las nubes

- 11.1) Células de Benard
- 11.2) Efectos de la capa límite turbulenta
- 11.3) La teoría de la burbuja.
- 11.4) La circulación en las nubes convectivas.
- 11.5) El modelo del chorro estacionario

12. Equilibrio del vapor con gotas y cristales pequeños

- 12.1) Presión de vapor de gotas pequeñas de agua pura.
- 12.2) Presión de vapor de gotas pequeñas de soluciones.
- 12.3) Sublimación y congelación de cristalitos pequeños.

13. El proceso de la nucleación

- 13.1) Nucleación homogénea de vapor a líquido.
- 13.2) Crecimiento del embrio.
- 13.3) Radio crítico
- 13.4) Nucleación por partículas insolubles.
- 13.5) Nucleación por iones.
- 13.6) Nucleación homogénea de hielo.
- 13.7) Nucleación heterogénea de hielo-Teoría.

14. Núcleos en la Atmósfera

- 14.1: El aerosol atmosférico y su actividad nucleante.

- 14.2) Sedimentación y caída de las partículas de aerosol.
- 14.3) Fuentes de núcleos y distribución vertical de los mismos.
- 14.4) Los núcleos de congelación-Métodos para determinar la concentración de los mismos.
- 15. Crecimiento de gotas y cristales.
 - 15.1) Crecimiento y evaporación de gotitas.
 - 15.2) Crecimiento de una población de gotitas.
 - 15.3) Crecimiento y sublimación de cristales de hielo en vapor.
 - 15.4) Crecimiento de hielo en nubes de agua.
 - 15.5) El proceso de Bergeron
- 16. Crecimiento por coalescencia
 - 16.1) Cantidad y distribución espectral de agua en una nube.
 - 16.2) Velocidad terminal y colisión coalescencia.
 - 16.3) Distintos tratamientos para diferentes valores del Número de Reynolds
 - 16.4) Efectos eléctricos sobre la coalescencia de gotas.
 - 16.5) Lluvias de nubes calientes
 - 16.6) Velocidad de caída de hidrometeoros sólidos.
 - 16.7) Crecimiento de copos de nieve por colisión coalescencia.
 - 16.8) Crecimiento de gotas en nubes calientes.
 - 16.9) Formación y crecimiento de granizo.
- 17. Modificación artificial de las precipitaciones
 - 17.1) Fundamentos.
 - 17.2) Técnicas
 - 17.3) Control de resultados.

RADIACION

- 18. Leyes fundamentales
 - 18.1. Absorción y emisión
 - 18.2) Influencia de la presión y la temperatura sobre la absorción.
 - 18.3) Flujo e intensidad-Relación entre ambas.
 - 18.4) Ley de Lambert
 - 18.5) Radiación del cuerpo negro -Ley de Kirchhoff.

18.6) Ley de Stephan-Boltzman

18.7) Ley de Plank-Ley del desplazamiento de Wien.

18.8) Ley de absorción de Beer-Cálculo del flujo proveniente de una capa horizontal. Función de transmisión.

19. Radiación Solar

19.1) Naturaleza de la radiación solar, Temperatura efectiva del Sol.

19.2) Distribución estacional y geográfica de la radiación solar.

19.3) Atenuación de la radiación solar-Absorción por la Atmósfera-Dispersión. Reflexión y difusión. Albedo de la Tierra.

20. Radiación terrestre

20.1) Naturaleza de la radiación terrestre-Absorción de la radiación de onda largo por la atmósfera.

20.2) Simplificación de Simpson.

20.3) Función de transmisión generalizada-La carta de Elsasser.

21. Aplicaciones sinópticas

21.1) Enfriamiento radiativo de la atmósfera libre.

21.2) Formación de masas de aire polares.

21.3) Calentamiento y enfriamiento radiativo de nubes.

21.4) Balance de radiación.

BIBLIOGRAFIA

GOSKE COL, BERGERON T, BJERKNES R.C.; DINAMIC METEOROLOGY AND WEATHER FORECASTING. Am Met. Soc. Carnegie Inst. Washington. 1957.

IRIBARNE J.V.: TERMODINAMICA DE LA ATMOSFERA; EUDEBA, Bs.As. 1964.

HESS S.L.: Introduction to the Theoretical Meteorology; Holt, Rinehart & Wiston; New York 1966.

BERRY F.A., BOLLAY E., BEERS N.R.: Handbook of Meteorology; Mc Grow Hill Book Co. Inc. Nueva York. 1945.

BYERS H.R. Elements of Cloud Physics; The University of Chicago Press; Chicago 1965.

MASON B.J. The Physics of Clouds, Clarendon Press, Oxford 1957.

TVERSKOI P.N. Physics of the Atmospheres; NASA & NSF; USA 1965.

BOROVNIKOV A.M. Khragian A Kh. Clouds Physics; US Dep of Commerce & NSF; USA 1963.

MASON B.J. Clouds, Rain And Rainmaking; Cambridge University Press; Cambridge 1962.

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas
y Naturales

BYERS H.R. General Meteorology ; McGraw Hill Book Co, Inc New York 1944

HUMPHREYS W.J. Physics of the air; Dover publication Inc. Nueva York
1964.

FLETCHER N.H. THE Physics of Rainclouds; Cambridge Univ. Press, Cambridge
1962.