

Dr. Julio V. Yribarne
1958
1959

TERMODINAMICA DE LA ATMOSFERA

PROGRAMA TEORICO

~~113~~
F-6

I-TERMODINAMICA

Repaso de conceptos fundamentales. Sistemas, variables, equilibrio térmico, temperatura, ecuación de estado. Diferenciación de funciones de varias variables, diferenciales exactas, funciones de estado. Funciones homogéneas

Sistemas atmosféricos. Aire, composición. Aire húmedo; ecuación de estado.

Primer principio. Energía interna. Calores específicos y molares.

Entalpia. Aplicación a gases ideales; experiencia de Joule.

Expansion adiabática. Calores de cambios de estado. Ley de Kirchoff.

Segundo principio. Procesos reversibles e irreversibles. Entropia. Cantidad de calor. Temperatura absoluta. Cálculo de entropías; teorema de Nernst.

Funciones características. Ecuaciones fundamentales. Energía libre de Helmholtz. Potencial termodinámico. Condiciones de equilibrio. Transformaciones naturales. Trabajo útil. Ecuación de Gibbs-Helmholtz. Funciones características de gases ideales.

Sistemas heterogéneos. Número de componentes. Funciones características de sistemas abiertos. Cambios de estado; ecuación de Clausius-Clapeyron; fórmula de Magnus. Magnitudes parciales molares; ecuación de Gibbs-Duhem. Equilibrio; regla de las fases. Sistema heterogéneos cerrados fuera del equilibrio; afinidad.

Propiedades térmicas del agua y del aire húmedo. Diagramas de equilibrio del agua. Variables de humedad del aire húmedo. Adiabáticas; temperatura potencial y potencial virtual.

Termodinámica de sistemas abiertos. Condiciones estequiométricas. Funciones de estado. Primer principio. Segundo principio.

Procesos importantes en la atmósfera. Procesos adiabáticos isobáricos; teoría del psicrómetro; temperatura del bulbo húmedo y temperatura isobárica equivalente. Procesos adiabáticos saturados reversibles. Procesos pseudoadiabáticos.

Diagramas aerológicos. Criterios de elección. Transformación de coordenadas. Diagrama de Stüve, emagrama, tefigrama. Uso para determinar parámetros de humedad y temperatura, y trabajo realizado.

Equilibrio hidrostático. Campo geopotencial. Altura dinámica. Fuerza de gravedad. Campo de presión. Ecuación hidrostática. Distribución de presión y masa en equilibrio. Atmósferas de gradiente térmico constante, homogénea, adiabática seca, isotérmica. Atmósfera standard.

Estabilidad del equilibrio hidrostático. Método de la parcela. Criterios de estabilidad. Casos de procesos adiabáticos. Inestabilidad latente. Uso de diagramas para calcular el trabajo realizado. Expresiones de los gradientes adiabáticos saturado y no saturado. Velocidad de precipitación.

II-FISICA DE NUBES

Agua y hielo. Elementos constitutivos. Estructura de la molécula de agua. Propiedades físicas y fisicoquímicas. Estructura del hielo. Estructura del agua. Iones en solución.

Aerosoles. Distribución y espectro de tamaños. Origen y naturaleza. Procesos de eliminación. Cargas electrostáticas. Métodos de estudio.

PROCESOS FUNDAMENTALES.

Adsorción en superficies sólidas.

Presión de vapor de gotas pequeñas.

Condensación. Núcleos de condensación. Agua. Soluciones.

Congelación. Núcleos de congelación y de sublimación. Procesos posibles de congelación. Congelación de gotas de agua sobreenfriada. Núcleos de hielo atmosféricos. Técnicas experimentales y resultados. Temperaturas de sublimación y de congelación de cristalitas pequeños. Congelación espontánea. Núcleos de hielo artificiales. Mecanismos de congelación del hielo sobre núcleos. Teoría de la epitaxis. Teoría de los iones polarizables. Adsorción de vapor de agua sobre yoduro de plomo y de plata. Influencia de los iones disueltos.

Caída de una partícula en el aire. Repaso de nociones de viscosidad. Movimiento de una esfera contra una resistencia viscosa. Movimiento turbulento. Velocidad de caída de partículas de granizo. Velocidad de caída de copos de nieve.

Crecimiento de partículas. Crecimiento de gotas por condensación. Caso en que la gota se mueve con respecto al ambiente. Coalescencia de gotas; Influencia de la carga eléctrica. Crecimiento de gotas por agregación. Crecimiento de una población de gotas. Crecimiento de cristales de hielo. Estudios sobre crecimiento de hielo en laboratorio; variación del hábito -- cristalino con la temperatura y la sobresaturación.

Procesos de multiplicación de partículas.

Procesos de separación de cargas en interfaces de agua. Efecto de influencia. Mecanismos de asociación. Ruptura de gotas. Propiedades polares del hielo. Fusión de hielo. Congelación fraccionada de agua o soluciones. Electrificación por frotamiento.

NUBES/

Formas de nubes. Nomenclatura general. Clasificación física. Nubes orográficas. Nubes de capas formadas por agitación irregular extensa. Nubes de capas formadas por ascenso regular extenso. Nubes cumuliformes. Composición de las nubes. Tamaño y distribución de gotas. Contenido en vapor de agua. Formas de los cristales de hielo. Temperaturas de las nubes.

PRECIPITACIONES.

Introducción. Mecanismos de precipitación. Factores que controlan la precipitación. Modelos de nubes. Cálculos; Fórmulas a emplear. Análisis cualitativo de los tipos de situaciones. El papel de la condensación.

Técnicas de observación. Difusión de ondas de radar por partículas de nubes. La banda de fusión. Otras técnicas.

Precipitación de nubes estratiformes. Precipitación de nubes estratiformes de agua. Precipitaciones de nubes estratiformes conteniendo hielo. Estructura de nubes precipitantes en capas, de acuerdo con las observaciones con radar.

Precipitación en nubes cumuliformes de agua. Precipitación a partir de nubes cumuliformes conteniendo cristales de hielo. Crecimiento de granizo. Estructura de chaparrones tal como son revelados con radar.

Tormentas. Ciclo de vida. Distribución de cargas. Teoría de la ración y separación de cargas. Teoría de Mason. Teoría de actividad tormentosa mundial y corrientes verticales.

Modificación artificial de las precipitaciones. Tipos de nubes y técnicas de siembra. Condiciones adecuadas para la siembra. Control de las experiencias. Resultados obtenidos en experiencias en pequeña escala; nubes estratiformes sobreenfriadas; cumulus sobreenfriados; cumulus no sobreenfriados. Experiencias en gran escala; planteo; resultados obtenidos.

III-RADIACION

Leyes de la radiación. Radiación del cuerpo negro; ley de Kirchhoff. Distribución espectral de la radiación del cuerpo negro. Ley de Wien. Ley de Stefan-Boltzmann. Fórmula de distribución de Rayleigh-Jeans. Fórmula de Planck; hipótesis cuantica.

Absorción y transporte de energía radiante. Ley de Beer. Espectros de absorción del vapor de agua, del alcohol, del aire, del dióxido de carbono, del ozono; efectos de la presión y la temperatura. Transporte de energía radiante. Difusión. Polarización.

Energía radiante solar y su modificación por la atmósfera terrestre. Distribución espectral de la radiación solar. Distribución geográfica y estacional de la radiación solar en ausencia de la atmósfera; constante solar. Absorción en la atmósfera por gases y por vapor de agua. Difusión por gases y por vapor de agua.

Absorción y difusión por aerosoles. Turbidez y humedad. Albedo de la Tierra y de distintas superficies. Energía incidente en el suelo, en plano perpendicular y horizontal.

Energía radiante del suelo (radiación de onda larga). Emisión por el suelo. Intercambio con la atmósfera. Radiación nocturna. Diagramas; Elsasser. Aplicaciones.

Medidas actinométricas. Magnitudes medidas y principios básicos de los distintos tipos de instrumentos de medición. Onda corta; radiación solar directa, difusa del cielo, reflejada, global; pirheliómetros, actinómetros, piranómetros, aclarímetros. Determinaciones actinométricas de la turbidez y la humedad de la atmósfera; espectro de tamaños del aerosol; polarización. Onda larga; radiación del suelo, de la atmósfera, nocturna, efectiva absorbida y saliente; pirgeómetros, medidores de balance. Duración de insolación; heliofanografos. Redes de observaciones de radiación; fórmula interpolatoria de Angström. Balance de radiación. Onda corta. Onda larga. Balance energético total

PROGRAMA DE TRABAJOS PRACTICOS

Resolución de problemas sobre los siguientes temas. Unidades.

Funciones de estado. Cálculo de diferenciales en un gas perfecto y en un gas real. Cálculo de constantes específicas de gases. Cálculo de trabajos de expansión, de aumento de superficie, etc. Expansión adiabática de gases ideales; temperaturas potencial, virtual, potencial virtual. Entalpías de gases ideales. Ley de Kirchhoff. Aplicaciones de las relaciones de Maxwell, y de las ecuaciones deducidas de las condiciones de diferencial exacta para las funciones características. Condiciones de equilibrio termodinámico. Ecuaciones de -- Gibbs-Helmholtz. Cálculo del valor numérico de funciones de estado de gases ideales. Ecuación de Clausius-Clapeyron; integración. Magnitudes parciales molares. Cálculo de afinidades de cambios de estado. Variables de humedad y calores específicos. Sistemas heterogéneos.- Procesos de la atmósfera; adiabáticos isobáricos, adiabático saturado; temperatura isobárica de bulbo húmedo y temperatura isobárica -- equivalente. Diagramas aerológicos; construcción de diagramas, fórmula de pasaje, parametros de humedad y temperatura, cálculo de alturas, trabajo realizado en una expansión adiabática y en un ciclo. Velocidad de precipitación.

Estructura del agua y del hielo. Soluciones. Presión de vapor de gotas pequeñas. Caída de una partícula. Crecimiento de gotas.

Leyes de la radiación. Medidas actinométricas. Diagrama de --- Elsasser. Balance de radiación.

Prácticas de laboratorio.

Uso de cámaras de congelación; núcleos artificiales de congelación.

Contadores de Aitken.

Conímetros. Impactor en cascada.

Medidas con instrumentos de radiación; piranografo, pirheliometro de Linke-Feussner, pila solarimetrica.

Medidas de separación de cargas en congelación fraccionada.

Contador de descargas eléctricas.