Algunas observaciones Clase 1: Termodinámica del aire seco

1. Ecuación de estado para el aire seco (pag. 4-6)

Aquí lo importante es que el aire seco (mezcla de gases elementales, principalmente Nitrógeno y Oxígeno) puede considerarse como gas ideal debido a la baja presión (1 atm de presión es suficientemente baja como para que la aproximación de gas ideal sea buena, y en general los procesos atmosféricos se realizan a presiones aún más bajas). Lo único a tener en cuenta es el valor de R, que para el aire seco usaremos

$$R_d = 1000\frac{R^*}{m_d} = 1000\frac{8.3145}{28.97} = 287.0 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$$

2. Primera ley (pag. 7-15)

La convención de signos que usaremos es igual a la que se usa en Física II (pero distinta a la usada en Termodinámica de la carrera de Física).
Tengan en cuenta que las variables que intervienen (calor, energía interna y trabajo) se toman en general por unidad de masa y por eso las ponemos en minúscula.
Los calores específicos para el aire seco se toman

$$c_p = 0{,}24 \text{ cal g}^{-1}\text{ °C}^{-1} = 1{,}005 \text{ joules g}^{-1}\text{ °C}^{-1}$$
$$c_v = 0{,}17 \text{ cal g}^{-1}\text{ °C}^{-1} = 0{,}716 \text{ joules g}^{-1}\text{ °C}^{-1}.$$

3. Procesos especiales (pag. 18-21)

Entre los procesos especiales (isocórico, isobárico, isotérmico, adiabático...) el más importante para nosotros será el adiabático. Es por ello que resulta conveniente definir una temperatura especial para este proceso, que llamamos Temperatura Potencial.

$$\theta = T\left(\frac{1000 \text{ mb}}{p}\right)^k \qquad (1.24)$$

donde $k = R'/c_p = (c_p - c_v)/c_p = 0{,}286.$

La temperatura potencial θ es la temperatura que tendría una parcela de aire (o burbuja de aire) que se encuentra en la atmósfera a una presión p y temperatura T, si fuera llevada a la presión de 1000 mb mediante un proceso adiabático. Obviamente si la parcela ya se encuentra en el nivel de 1000 mb, su temperatura sería la potencial (T=θ). La ec. 24 nos permite calcular su temperatura si esta parcela fuera elevada adiabáticamente hacia otro nivel de presión más baja (por ej. 600 mb), ya que θ sería la misma. La θ permanece constante en los procesos adiabáticos, entonces en un diagrama p-T puedo trazar una curva para cada valor de θ cte. Esa es la idea de los diagramas aerológicos de las pag. 32-36. La diferencia entre ellos son las escalas, variables o cómo se inclinan los ejes. Pero todos sirven para lo mismo. Nosotros usaremos el Skew-T, en este diagrama la escala vertical es ln(p) (aumentando hacia abajo) y las temperaturas T están a 45° respecto del eje horizontal. Las curvas de θ cte son marrones y casi a 90° con las líneas de T. (Más adelante veremos qué representan las demás líneas que figuran en el Skew-T)

4. Segunda ley (pag. 25-31)

Debido a que la Entropía se encuentra relacionada con las transferencias de calor y que la Temperatura Potencial se conserva en los procesos adiabáticos, ambas cantidades se encuentran relacionadas mediante la ecuación

$$d\phi = \frac{1}{T}\left[c_p dT - \alpha dp\right] = c_p \frac{dT}{T} - R' \frac{dp}{p} = c_p\left[\frac{dT}{T} - k\frac{dp}{p}\right] = c_p \frac{d\theta}{\theta}. \qquad (1.26)$$

Tarea: Demostrar la última igualdad de esta ecuación utilizando la definición de θ.

De aquí, las líneas de θ cte en un diagrama se llaman *isoentrópicas*. Esta ecuación es importante y retornaremos a ella varias veces a lo largo de la materia.

PRÁCTICA

Respuestas de los ejercicios

1.17. m = 0.126 kg; $\Delta S = 2$ J K^{-1}
1.19. $M_a = 43.2$ kg $kmol^{-1}$; R' = 192.45 J kg^{-1} K^{-1}
1.22. T' = 87.43°C
1.23. $V_a = 3754.88$ m^3
1.32. $W = 3.8\times10^5$ J
1.33. $p_3 = 644.4$ mb; $T_3 = -86.1$°C
1.34. $m_c = 4.184$ kg
1.35. $\Delta H = 1508463$ J K^{-1}
1.37. θ = 64.5°C
1.38. $K_m = 0.2$ H; $\frac{1}{c_s}\frac{dc_s}{dT} = \frac{0.2\, c_v}{T\, R_d}$
1.58. W = 53.6 J; $Q_2 = 146.4$ J
1.59. t = 416 s
1.60. $P = \frac{K\,(T_0 - T_i)^2}{T_i}$; Δ = 125%
1.61. $\Delta\phi = 17.3$ J K^{-1}
1.62. $\Delta\phi = 2$ J K^{-1}