

1. Primera Tarea

1. Leer el archivo 2023_Tarea1.xlsx. Las tres variables son presión (p) en hPa, temperatura (T) en °C y humedad relativa en %.

a) Calcular la razón de mezcla. Entregar los valores en g/kg para los niveles estándar de presión: 1000, 925, 850, 700, 500 y 200 hPa.

Notemos que para este caso conocemos la humedad relativa, temperatura y presión, por lo tanto para determinar la razón de mezcla se puede proceder primeramente utilizando la aproximación de Bolton (1980) para calcular la presión de vapor de saturación a partir de la temperatura:

$$e_s = 6.112 \cdot \exp \left[\frac{17.67 \cdot T}{T + 243.5} \right] \quad [hPa] \quad (1.1)$$

Con este dato, se puede conocer la razón de mezcla de saturación mediante la ecuación 1.2. Se debe tener cuidado en que esta entrega la razón en unidad de [kg/kg] por lo que posteriormente debe transformarse en [g/kg] al multiplicar por 1000:

$$r_s = 0.622 \cdot \frac{e_s}{p - e_s} \cdot 1000 \quad [g/kg] \quad (1.2)$$

Finalmente con todo esto se podrá determinar la razón de mezcla mediante la siguiente ecuación, conociendo la humedad relativa y la razón de mezcla de saturación:

$$r = \frac{HR \cdot r_s}{100} \quad [g/kg] \quad (1.3)$$

A continuación se muestra el detalle de los resultados obtenidos y los datos iniciales con los que se trabajó:

Presión [hPa]	Temperatura [°C]	HR [%]	e_s [hPa]	r_s [g/kg]	r [g/kg]
1000	13.6	87	15.6	9.8	8.5
925	18	32	20.6	14.2	4.5
850	17.8	10	20.4	15.3	1.5
700	8.2	27	10.9	9.8	2.6
500	-7.3	20	3.5	4.4	0.9
200	-52.5	4	0.05	0.15	0.006

Tabla 1.1: Tabla construida con los datos obtenidos a partir de los pasos descritos anteriormente para los niveles de presión estándar solicitadas.

b) Calcular la altura geopotencial. Entregar los valores en m para los niveles estándar de presión: 1000, 925, 850, 700, 500 y 200 hPa.

Para este caso consideramos que la primera medición es tomada sobre la superficie, es decir que el primer valor es $Z = 0$ [m], además tomamos la aceleración gravitacional como $9.8 \left[\frac{m}{s^2} \right]$ y con la constante de los gases para aire seco $R_d = 287 \left[\frac{J}{K \cdot kg} \right]$. Con todo esto y determinando la temperatura virtual como $T_v = T(1 + 0.61 \cdot r)$ [K] para cada nivel r calculado en el ítem anterior, se puede utilizar la siguiente ecuación para establecer la altura geopotencial para cada caso:

$$Z_2 = \frac{R_d \cdot \bar{T}_v}{g} \cdot \ln \left(\frac{p_1}{p_2} \right) + Z_1 \quad [m] \quad (1.4)$$

Obteniendo los datos que se enlistan en la siguiente tabla para cada nivel de presión:

Presión [hPa]	Temperatura virtual media \bar{T}_v [K]	Altura geopotencial [m]
1000	563.2	82
925	565.6	1362
850	564.8	2763
700	556.5	5952
500	539.5	11354
200	494.0	25114

Tabla 1.2: Tabla construida con los datos obtenidos para los niveles de presión estándar solicitadas.

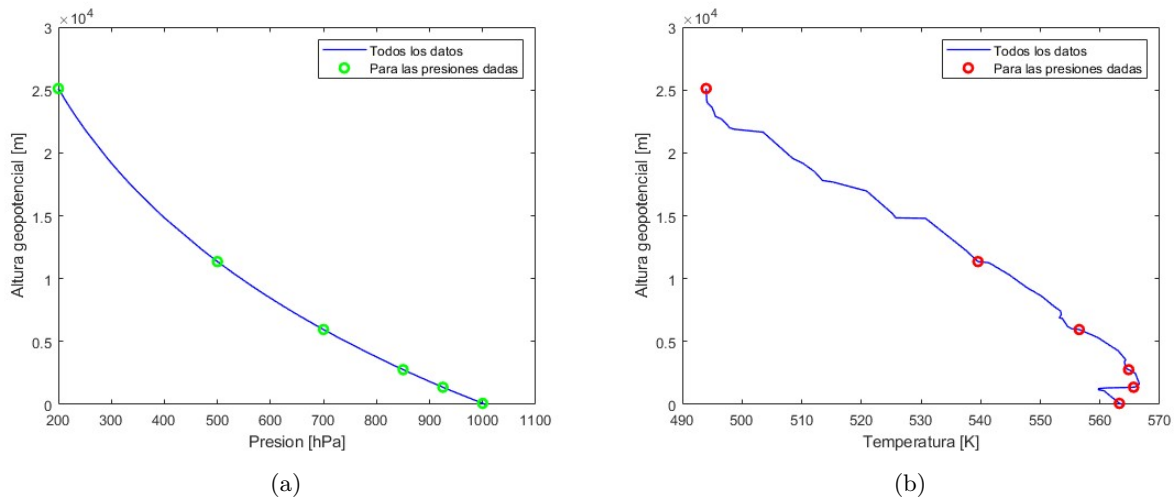


Figura 1.1: Grafico de la altura geopotencial: (a) Con respecto a la presión. Se puede notar que hay una relación inversamente proporcional entre la altura y la presión. (b) Con respecto a la temperatura. se puede notar que existe una zona de inversión térmica bajo los 5 km.

2. Calcular el coeficiente de expansión térmica en la atmósfera. Dejar fijo el valor de razón de mezcla de vapor de agua en 5 g/kg , y de presión en 1000 hPa.

a) Mostrar, gráficamente, que el coeficiente de expansión térmica en la atmósfera es proporcional a T^{-1} .

Notemos que tenemos datos de presión entre 200 y 1000 [hPa], razón de mezcla hasta 20 [g/kg] y temperatura entre -70 y 30 [°C]. Primeramente determinamos la ecuación de estado como

$$\rho(p, T, r) = \frac{p}{R_d \cdot T_v} \quad (1.5)$$

con las variables R_d y T_v determinadas de la misma forma que en el ítem anterior. Habiendo determinado esto, por enunciado sabemos que se deben dejar fijos ciertos valores, de modo que la ecuación queda determinada por $\rho(1000, T, 5)$. Desde aquí se puede medir el coeficiente de expansión térmica por la ecuación:

$$v = -\frac{1}{\rho} \left(\frac{\partial \rho}{\partial T} \right)_p \quad (1.6)$$

Y obteniendo la siguiente gráfica de los datos obtenidos con respecto a la temperatura. Podemos notar que a medida que aumenta la temperatura, nuestro coeficiente va disminuyendo, esto demuestra que hay una relación inversamente proporcional entre ambas variables.

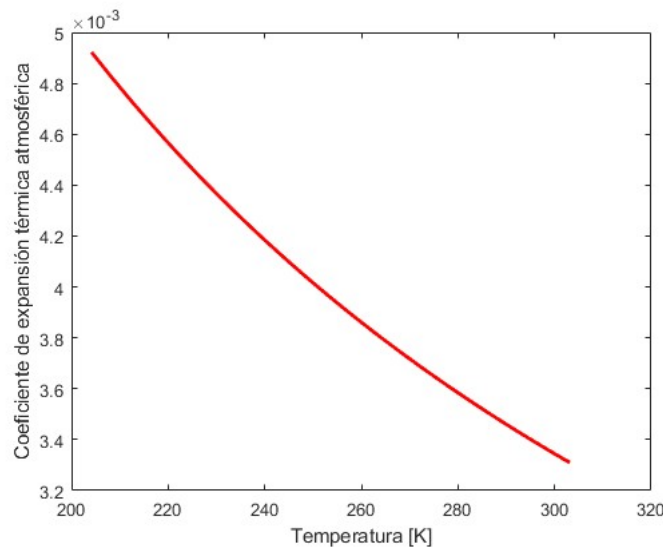


Figura 1.2: Gráfico de la expansión térmica en la atmósfera con respecto a la temperatura.