

## 雲物理學 HW2

B13209015 楊承翰

### 1. 氣塊絕熱上升狀態

$P_0=1015 \text{ hPa}$	$P_1=910 \text{ hPa}$	$P_2=800 \text{ hPa}$
$T_0=32 \text{ degC}$	$T_1=21.98 \text{ degC}$	$T_2=15.46 \text{ degC}$
$T_{d0}=21 \text{ degC}$	$w_1=15.85 \text{ g/kg}$	$w_2=14.08 \text{ g/kg}$
	$\chi_1=00.00 \text{ g/kg}$	$\chi_2=1.77 \text{ g/kg}$

### 2. 計算過程

由等熵過程所推出的恆等式

$$\left( \frac{T}{P_d^{R_d/(c_p+Q \cdot c_w)}} \right) \cdot \exp \left( \frac{w_s \cdot L_v}{T \cdot (c_p + Q \cdot c_w)} \right) = \text{constant}$$

其意義可以看作為考慮水氣含量對比熱容影響所修正的廣義等效位溫 (equivalent potential temperature,  $\theta_e^*$ )。對於乾絕熱， $w_s$  處應以實際水氣混和比  $w$  計算，而對於濕絕熱， $w_s L_v$  則顯示水氣釋放潛熱對能量的影響。若要計算氣塊絕熱上升各狀態的溫度與水氣，須先計算得到原有的水氣含量  $w_0$ 。原水氣壓即為露點溫度的飽和水氣壓， $e_0 = e_s(T_{d0})$ 。又水氣混和比與水氣壓與氣壓有以下關係

$$w = \frac{R_v}{R_d} \cdot \frac{e}{P - e}$$

由此可以代入溫度  $T$ 、水氣混和比  $w$  與總水氣量  $Q$  算出對於初始狀態的常數值。

藉由已知常數值 Constant，可以定義以下步驟為一溫度、壓力與水氣含量的函數並利用數值方法求解出滿足  $f(T_{\text{target}}) - \text{Constant} = 0$  的  $T_{\text{target}}$ ：

- i、利用 C-C equation 計算溫度  $T$  下的飽和水氣壓並用氣壓換算成飽和水氣混合比  $w_s$
- ii、判斷是否飽和  
若飽和，則設定  $w=w_s$ 、 $\chi=w_s-w$ 。反之未飽和則維持  $w=w$ 、 $\chi=0$ 。
- iii、由水氣混和比  $w$  與氣壓  $P$  計算實際水氣壓
- iv、計算溫度  $T$  下的常數值，亦即此函數的函數值

由以上過程求出  $T_1$ 、 $T_2$  後，再去計算個別的飽和水氣壓與飽和水氣混合比  
即可計算得水氣混和比  $w_1$ 、 $w_2$  與液態水混和比  $\chi_1$ 、 $\chi_2$ 。