

# GF 3003 Introducción a las Ciencias Atmosféricas

## Control 2 SP 2010

Profesora de Cátedra: Laura Gallardo

Profesoras Auxiliares: Constanza Maturana, Constanza Paredes, Lucía Scaff

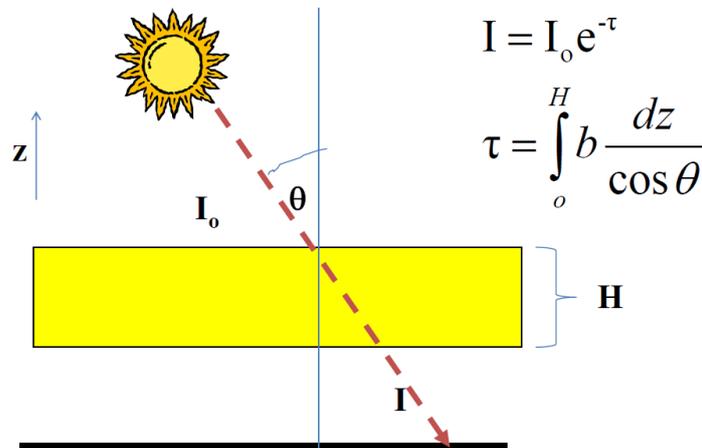
Octubre 21 de 2010

Tiempo máximo disponible: 2.0 horas (120 minutos).

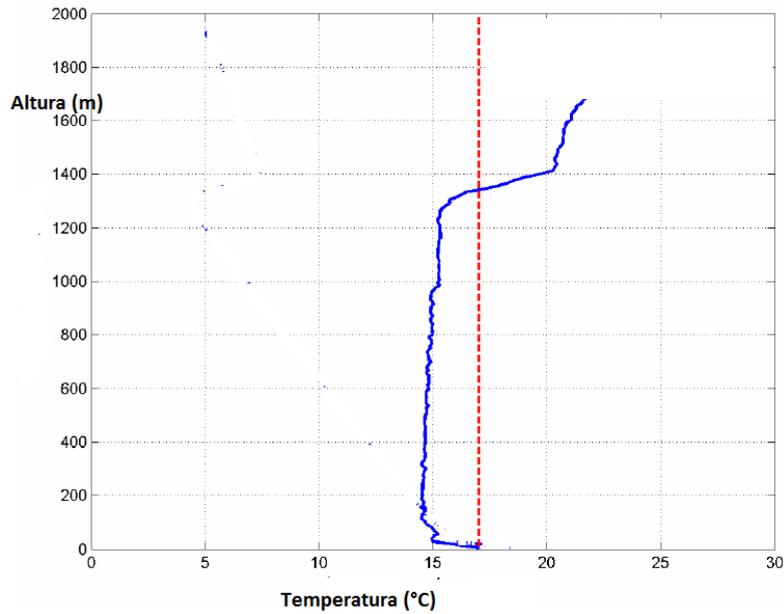
**Sé muy clar@ y explícit@ en tus respuestas.** En los resultados numéricos considera el número correcto de cifras significativas.

### 1. Conceptos

- Arcoíris, halos, el azul del cielo, el rojo de los atardeceres, el blanco de los estratocúmulos vistos desde arriba, etc., se explican a través de las interacciones entre radiación electromagnética y moléculas, gotas de agua y aerosoles. Explica brevemente uno de estos fenómenos indicando cómo se compara la longitud de onda de la radiación incidente y el tamaño del objeto con que interactúa. [1.5 puntos]
- Si se considera una capa atmosférica de espesor  $H$  como la indicada en la figura, la luz solar de longitud de onda  $\lambda$  puede ser atenuada parcialmente, esto es, la intensidad de la radiación monocromática  $I_0$  disminuye exponencialmente de acuerdo al llamado espesor óptico  $\tau$ . ¿De qué depende dicha atenuación (parámetro  $b$  en la ecuación de Lambert-Beer-Bouguer indicada en la figura)? Considera tanto la interacción con gases como con partículas. [1.5 puntos]



- En la ciudad de Vantaa, en Finlandia a las 9 AM (hora local), en Mayo de 2002, se observó el siguiente perfil de temperatura potencial (línea continua). En la figura también se indica la adiabática seca correspondiente (línea punteada). [3.0 puntos]
  - ¿Qué puedes decir de la estabilidad para este perfil?
  - Dibuja en el diagrama la temperatura convencional correspondiente. No se observaban nubes cerca de la superficie.
  - Estima el espesor de la capa de mezcla.



## 2. Temperatura potencial equivalente

La temperatura potencial ( $\theta$ ) puede entenderse como una corrección a la temperatura convencional de modo de considerar el enfriamiento/calentamiento por expansión/compresión adiabática, esto es, una temperatura corregida por el efecto de la

presión que desciende con la altura en atmósfera:  $\theta = T \left( \frac{p_s}{p} \right)^{R/c_p}$

donde  $p_s$  se suele elegir como 1000 hPa (presión típica a nivel de superficie) y  $R$  es la constante de aire seco y  $c_p$  el calor específico a presión constante.

Por otro lado, por principio de conservación de la energía, se cumple que:  $dq = c_p dT - \alpha dp$  donde  $q$ ,  $T$ ,  $\alpha$  y  $p$  indican calor, temperatura, volumen específico (inverso de la densidad) y presión respectivamente. Considerando que en presencia de aire saturado, se libera calor latente según:  $dq = -Ldw_s$  y que en buena aproximación:

$$d \left( \frac{Lw_s}{c_p T} \right) \approx \frac{L}{c_p T} dw_s$$

donde  $L$  es el calor latente de vaporización y  $w_s$  es la razón de mezcla de saturación de agua.

- a) Encuentra una corrección a la temperatura potencial, considerando ahora el efecto de la liberación de calor latente de toda el agua contenida en una parcela de aire. Es decir, demuestra que:

$$-\frac{Lw_s}{c_p T} \approx \ln \theta + \text{constante} \quad [4.0 \text{ puntos}]$$

- b) ¿Cómo se debe elegir la constante de modo que:

$$\theta_e = \theta \exp\left(\frac{Lw_s}{c_p T}\right) \text{ [2.0 puntos]}$$

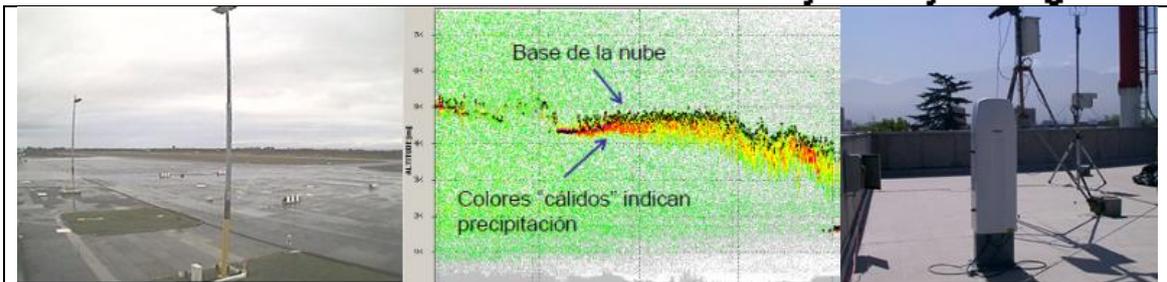
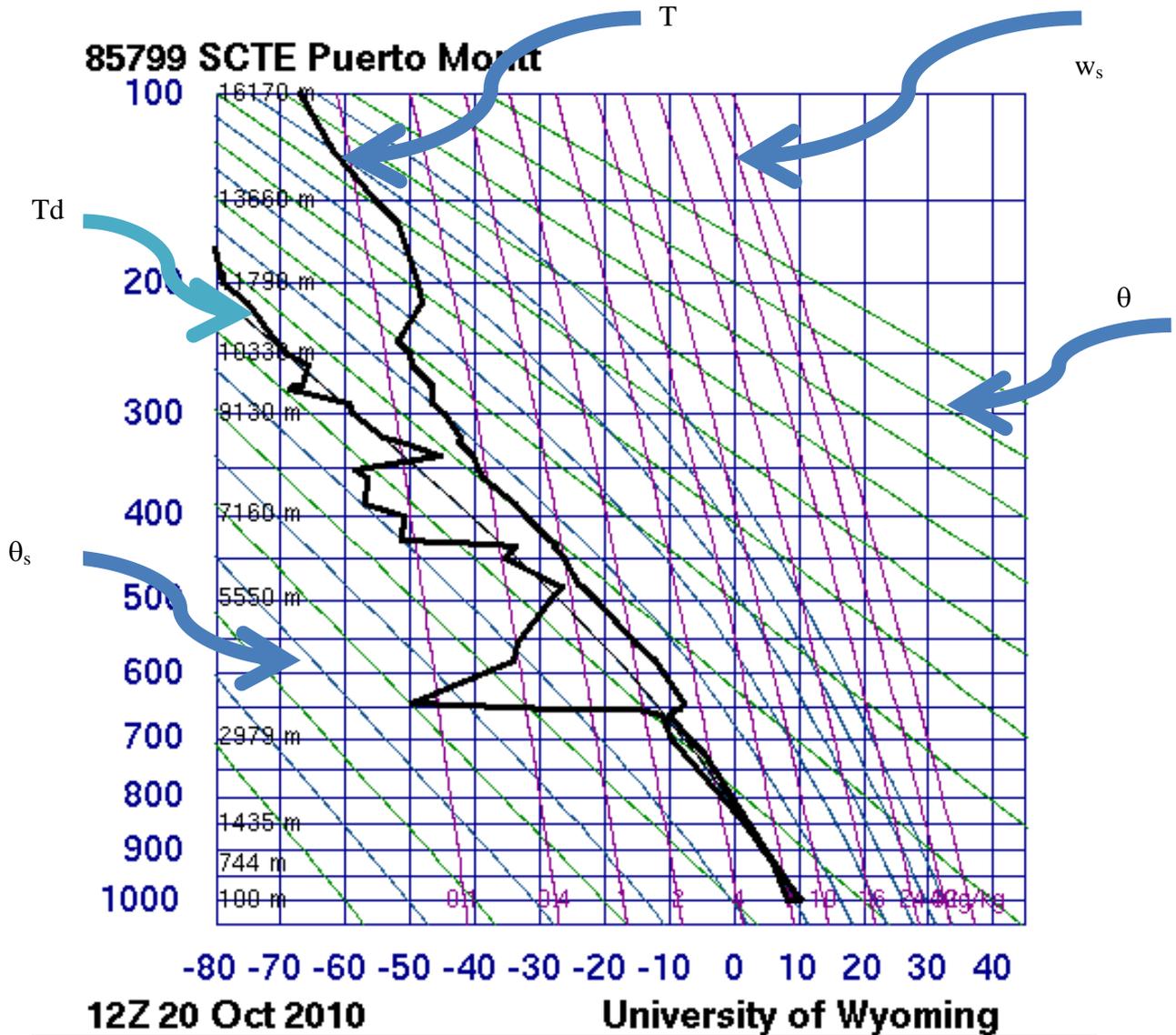
Esta cantidad se llama **temperatura potencial equivalente** y corresponde a la temperatura potencial de una parcela de aire cuando todo el vapor de agua ha condensado de modo que  $w_s$  es nulo.

### 3. Diagrama termodinámico

La figura muestra un sondeo de temperatura ( $T$ ) y temperatura de rocío ( $T_d$ ) sobre la ciudad de Puerto Montt ( $41.43^\circ\text{S}$ ,  $73.10^\circ\text{W}$ ) a las 12Z, esto es, a las 8 AM hora local del 20 de Octubre de 2010. Este es un diagrama conocido como “Stüve”. Dicho diagrama usa como abscisa isotermas (igual temperatura) y como ordenada la presión ( $p$ ) elevada a la potencia  $k=R/c_p=0.286$ . De esta forma, las adiabáticas (igual temperatura potencial,  $\theta$ ) son líneas rectas. Además, se indican líneas de razón de mezcla de saturación de vapor de agua ( $w_s$ ) y las adiabáticas húmedas ( $\theta_s$ ).

Un avión despegue desde el aeropuerto El Tepual (muy cerca del lugar donde se realiza el sondeo) y emprende vuelo hacia el sur. Supón que el avión asciende hasta los 500 hPa en 15 minutos, con una velocidad vertical aproximadamente constante. A partir de la información contenida en el sondeo:

- ¿Cuántos minutos transcurren hasta que los pasajeros (que observan a través de las ventanillas) tienen la posibilidad de ver cielo azul? [1.5 puntos]
- Las inversiones térmicas suelen resultar en movimientos turbulentos perceptibles, ¿dónde –a qué altitud- debieran percibir este fenómeno los pasajeros si el avión asciende hasta los 10 mil metros (altitud crucero)? [1.5 puntos]
- Si a nivel de suelo (la presión era  $p \sim 1020$  hPa), la temperatura era de  $10^\circ\text{C}$  y la humedad relativa del 80%, dibuja el perfil de temperatura potencial y de razón de mezcla de vapor de agua desde el suelo hasta el nivel de condensación por ascenso. [1.5 puntos]
- Supón que en el aeropuerto se cuenta con un instrumento que funciona sobre la base de enviar una señal de luz amplificadas y colimadas (LASER) y recibirla la dispersión de la misma en el mismo punto, cuándo ésta interactúa con las gotas de nubes (Este instrumento se llama Nefobasímetro y en Inglés Ceilometer). Discute cómo se podría inferir o estimar la altura de la base de la nube. Se adjunta la imagen de la señal de un nefobasímetro en condiciones similares a las de este ejercicio (En ese caso, la base de la nube se encontraba a 400 m sobre el suelo). [1.5 puntos]



El panel de la izquierda muestra la imagen desde la loza del aeropuerto El Tepual (Puerto Montt) a la hora del sondeo y el despegue. (<http://www.aipchile.cl/camara/show/id/57>). La del medio muestra una señal de nefobasímetro en presencia de nubosidad que empieza a precipitar. Y el panel de la derecha muestra el nefobasímetro del Departamento de Geofísica.