PRÁCTICA 4. Mezcla y convección

4.1. (a) A partir de la integración de la ecuación de Clausius-Clapeyron, halle una expresión para la presión de vapor de saturación e_s en función de la temperatura T.
(b) Dos parcelas de aire con masas M_1 y M_2, temperaturas T_1 y T_2, y presiones de vapor e_1 y e_2, respectivamente, se mezclan isobáricamente para obtener una nueva masa de aire con temperatura T_0 y presión de vapor e_0. Suponiendo que la mezcla resulta sobresaturada (i.e., $e_0 > e_s(T_0)$), encuentre una expresión aproximada para la temperatura de saturación T' (i.e., la temperatura que obtendría la mezcla luego de condensar el excedente de humedad hasta alcanzar exactamente la saturación), en función de T_0, e_0 y p. [Sugerencia: Encuentre la recta que describe el proceso de condensación isobárica (i.e., la recta que pasa por (T_0 ; e_0) y tiene pendiente $\frac{de}{dT} = -\frac{p\, c_p}{L\, \varepsilon}$). Aproxime la curva e_s obtenida en (a) por su recta tangente en T_0. Calcule la intersección de ambas rectas].

4.2. Se mezclan dos parcelas de aire de igual masa, con temperaturas T_1 = 7 °C y T_2 = –13 °C y presiones de vapor e_1 = 9 hPa y e_2 = 2 hPa, respectivamente, a una presión constante de 850 hPa. (a) Calcule la temperatura T_0 y presión de vapor e_0 de la mezcla y verifique que la misma se encuentra sobresaturada. (b) Utilizando la relación obtenida en el ejercicio 4.1.(b), estime la relación de mezcla del agua que debe condensarse para que la parcela alcance exactamente la saturación. (c) En un mismo diagrama *e vs. T*, grafique: la curva e_s, la recta que une los puntos (T_1 ; e_1) y (T_2 ; e_2), el punto (T_0 ; e_0), la recta que describe el proceso de condensación isobárica, y la recta tangente a $e_s(T)$ que pasa por (T_0 ; $e_s(T_0)$). Verifique el punto de intersección de ambas rectas es próximo al punto de intersección entre la recta de condensación isobárica y la curva $e_s(T)$.

4.3. Una capa isotérmica con temperatura de 0 °C se mezcla adiabáticamente entre los niveles de 850 y 600 hPa. Calcule la temperatura potencial de la mezcla.

4.4. Se efectúa un sondeo obteniendo los siguientes valores de temperatura T y punto de rocío T_d para cada nivel de presión p:

p [hPa]	T [°C]	T_d [°C]
1000	15	5
900	7	0
800	5	-4
700	-5	-10

Utilice el diagrama skew-T para estimar los *Niveles* de *Condensación* por *Convección* (CCL) y por *Ascenso* (LCL).

4.5. Calcular el contenido acuoso adiabático de una nube cúmulo desde su base a 2000 m hasta su tope a 3500 m, suponiendo un gradiente adiabático saturado medio constante Γ_s de 6×10^{-3} K m^{-1}.

4.6. (a) Una parcela de aire adyacente al suelo se calienta 3 °C por encima de la temperatura de su entorno, el cual se halla a 0 °C. La parcela asciende por empuje hidrostático partiendo del reposo y manteniendo siempre su temperatura 3 °C por encima de la de su entorno. Suponiendo que la temperatura del entorno desciende con la altura siguiendo un gradiente adiabático seco estándar, calcule la velocidad vertical de la parcela al llegar a 1000 m por encima de la superficie del suelo. (b) Al llegar a 1000 m de altura sobre el nivel del suelo, la parcela anterior se satura, condensando una masa de 6 g kg^{-1} de agua líquida mientras el entorno permanece subsaturado. Si la parcela continúa su ascenso mientras su temperatura desciende de acuerdo a un gradiente saturado constante Γ_s de 7×10^{-3} K m^{-1}, calcule su velocidad vertical al llegar al nivel de 2000 m sobre el suelo. (c) Si la parcela en el punto (a) hubiera partido del reposo desde superficie pero estando saturada, en las condiciones del punto (b), cuál sería su velocidad vertical al llegar a 1000 m?

4.7. Supongamos un nivel en el cual el gradiente térmico adiabático seco Γ es de 9.8×10^{-3} K m^{-1}, el saturado Γ_s es de 6×10^{-3} K m^{-1}, y en el cual se observan condiciones de estabilidad neutra. Si el área ocupada por las burbujas térmicas ascendentes ocupan el 65% de una unidad de área de ese nivel, ¿cuál es el gradiente térmico observado?

4.8. Un penacho hidrostático puro se define como aquel en el que el flujo de la fuerza de empuje resulta constante a lo largo de la altura, esto es

$$c\,\rho\,g\,B\,w\,r^2 = \text{constante}$$

donde c es un factor de forma, ρ es la densidad, g es la aceleración de la gravedad, B es el factor de empuje, w es la componente vertical de la velocidad y r es el radio del penacho (proporcional a la altura z). Por otra parte, el empuje es igual a la velocidad de variación de la cantidad de movimiento con el tiempo, lo que implica que

$$c\,\rho\,g\,B\,r^2 = w\,\frac{d}{dz}(A\,w\,r^2\,\rho)$$

donde A es una constante adimensional. Si la velocidad vertical y el factor de empuje son proporcionales a determinadas potencias de la altura, esto es: $w \propto z^a$ y $B \propto z^b$; probar que las relaciones anteriores se cumplen sólo para $a = -1/3$ y $b = -5/3$.