

Justifique sempre as respostas e as aproximações utilizadas.

1. Às 18h foi feita a seguinte observação: $T = 15^{\circ}\text{C}$, $T_w = 10^{\circ}\text{C}$, $P = 1005\text{hPa}$. Ao longo das horas seguintes o ar sofre um processo de arrefecimento isobárico, formando um nevoeiro com uma concentração de água líquida final $r_l = 1.5\text{ g kg}^{-1}$, às 6 h da manhã seguinte.
 - (a) Estime o estado inicial e final do ar: r , e , RH .
 - (b) Marque o processo no diagrama de fases. Se não resolveu (a) admita que $RH = 50\%$.
 - (c) Calcule a perda de calor total no processo (por kg de ar) e a taxa de perda de calor (W kg^{-1}).
 - (d) Calcule a hora de formação do nevoeiro, admitindo que a taxa de perda de calor é constante.
 - (e) Admitindo que o arrefecimento resulta de transferência de calor para a superfície e o processo se estende até aos 100m, calcule o fluxo de calor (em W m^{-2}).

2. O estado de uma coluna da atmosfera é dado pela seguinte sondagem:

| P (hPa) | 1000 | 900 | 700 | 500 | 300 |
|---------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|
| T ($^{\circ}\text{C}$) | 15 | 10 | -5 | -19 | -25 |
| T _d ($^{\circ}\text{C}$) | 12 | 8 | -25 | -35 | -45 |

- (a) Marque-a no tefigrama.
- (b) Considere uma ascensão a partir da superfície. Estime (tefigrama) o nível de condensação, de convecção livre e de flutuação nula;
- (c) Calcule o valor da CAPE e CIN deste perfil.
- (d) Calcule a velocidade vertical mínima de uma partícula de ar aos 1000 hPa para dar origem a convecção profunda.
- (e) No caso anterior, estime a sua velocidade máxima e indique em que nível será atingida.

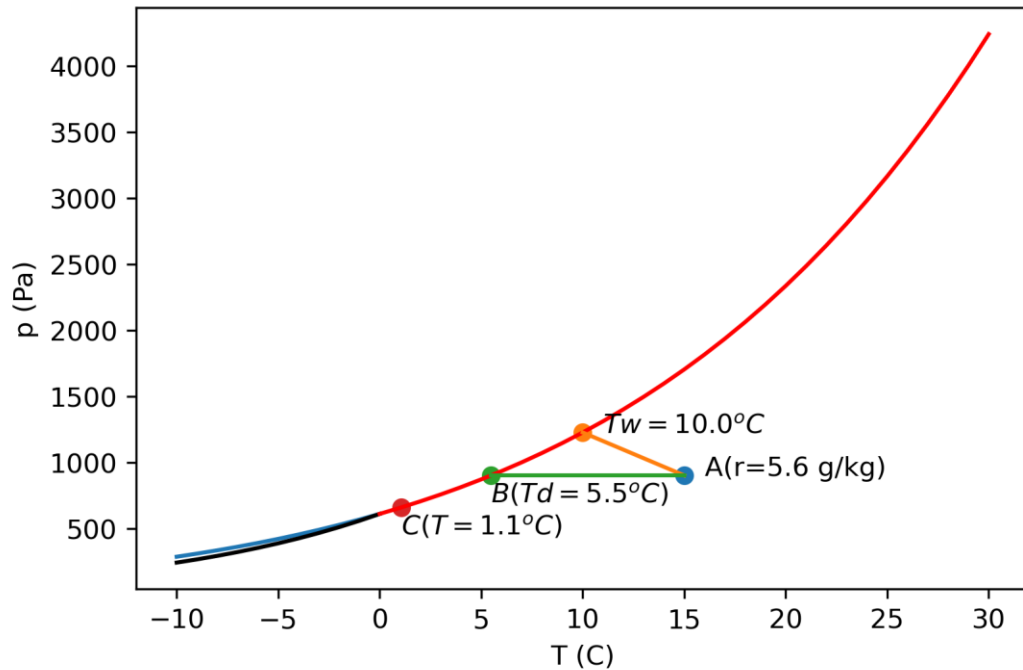
Sugestões de resolução

1.

a) $c_p(T_w - T) = -\frac{l_v \varepsilon}{P} (e_w - e) \Rightarrow$

$$e = e^{sat}(T_w) - \frac{P c_p}{l_v \varepsilon} (T - T_w) \approx 901 \text{ Pa}; \quad r = \frac{\varepsilon e}{P} \approx 5.6 \times 10^{-3}; \quad RH = \frac{e}{e^{sat}(T)} \approx 53\%$$

b) Processo ABC:



c)

$$Q = c_p(T_C - T_A) + l_v(r_C - r_A) \approx -17.7 \text{ kJ kg}^{-1}$$

$$\dot{Q} = \frac{Q}{\Delta t} \approx -0.42 \text{ W kg}^{-1}$$

d) $\Delta t_{NEV} = \frac{c_p(T_B - T_A)}{\dot{Q}} \approx 23253 \text{ s} \approx 6.46 \text{ h}$. Nevoeiro forma-se cerca das 0:28.

e) O fluxo de calor será: (atenção às dimensões físicas)

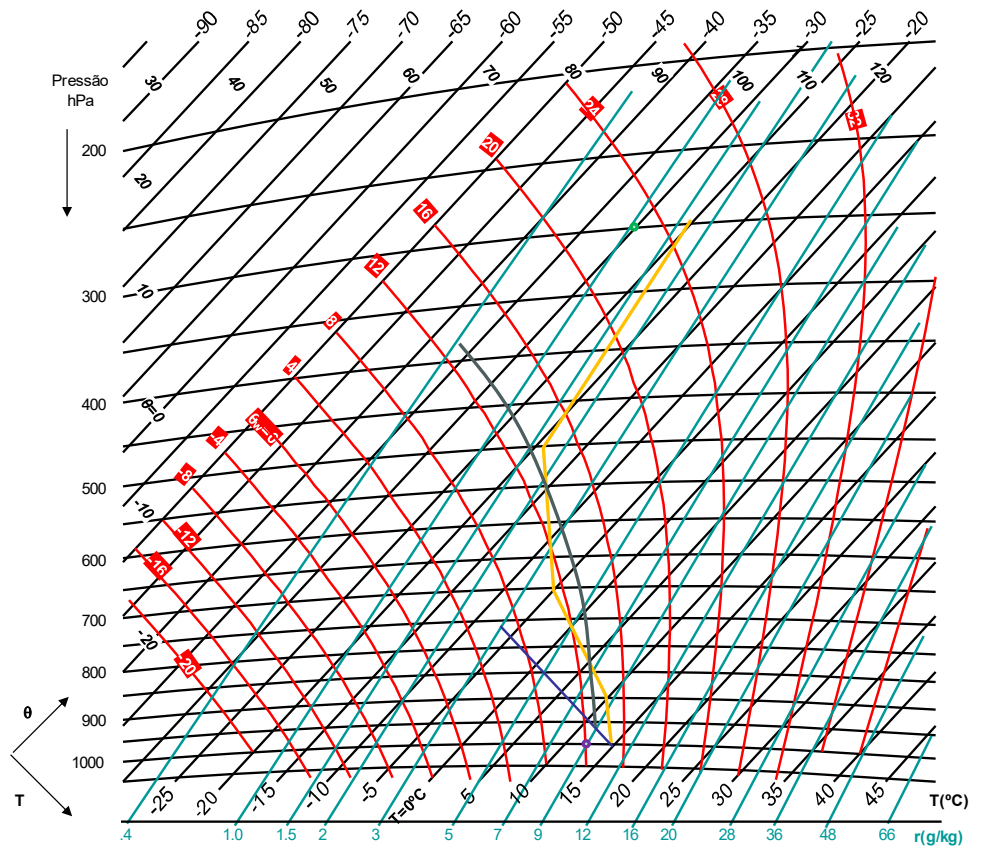
$$H = \dot{Q} \times \rho \Delta z \approx -0.42 \times 1.2 \times 100 \approx -49 \text{ W m}^{-2}$$

2.

a)



Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa, Fac Ciências, C8_4789Lisboa, Portugal. www.cglul.pt



b) $P_{cond} \approx 960 \text{ hPa}$; $P_{FL} \approx 890 \text{ hPa}$; $P_{FN} \approx 550 \text{ hPa}$

c) $CAPE, CIN = \int \frac{g(T-T_{amb})}{T_{amb}} dz = \int \frac{g\Delta T}{P/(R_d\rho)} dz = - \int R_d \Delta T \frac{dP}{P}$

$$CIN = -R_d \times \frac{1.5}{2} \times \ln\left(\frac{1000}{960}\right) - R_d \times \frac{1.5}{2} \left(\frac{960}{840}\right) \approx -37.5 \text{ J kg}^{-1}$$

$$CAPE \approx R_d \times \frac{2.2}{2} \ln\left(\frac{840}{700}\right) + R_d \times \frac{2.2}{2} \ln\left(\frac{700}{550}\right) \approx 133.7 \text{ J kg}^{-1}$$

d) $w_{FL}^2 - w_{1000}^2 = 2CIN \Rightarrow w_{1000}^2 = w_{FL}^2 - 2 \times CIN \Rightarrow w_{1000_{MIN}}^2 = -2 \times CIN \Rightarrow w_{1000_{MIN}} = \sqrt{-2 \times CIN} \approx 8.7 \text{ ms}^{-1}$

e) A velocidade máxima será atingida no nível de flutuação nula. A velocidade será nula no nível de convecção livre. Assim

$$w_{FN} = \sqrt{2 \times CAPE} \approx 16.4 \text{ ms}^{-1}$$