

Teste 1

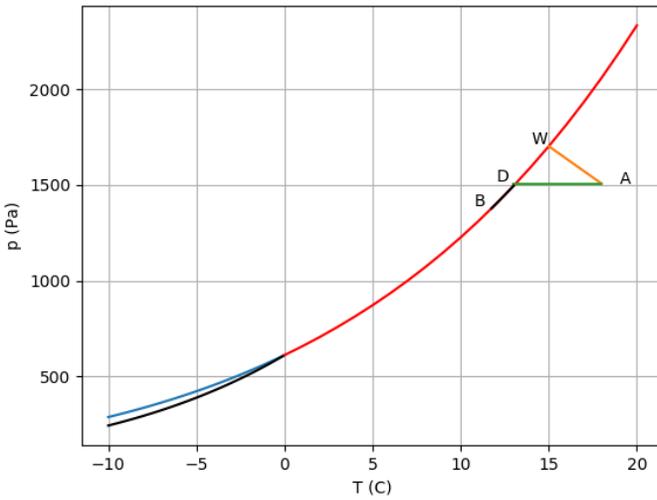
Responda sucintamente, mas sempre com justificação. Utilize os diagramas convenientes em cada caso, indicando sempre o(s) diagrama(s) utilizados. Entregue os diagramas identificados.

1. Uma massa de ar apresenta junto à superfície, aos 1010 hPa, uma temperatura de 18 °C e uma temperatura do termómetro molhado de 15°C, às 20h. Durante a noite, a massa de ar arrefece isobaricamente com uma perda de energia a uma taxa constante em $W \text{ kg}^{-1}$. Observa-se formação de nevoeiro às 24h.
 - a. Estime a razão de mistura inicial da massa de ar e a sua humidade relativa.
 - b. Estime a taxa de perda de energia. (Se não resolveu a alínea anterior faça RH=80%)
 - c. Estime a hora à qual o nevoeiro atinge uma concentração de 0.8 g/kg. (Se não resolveu a alínea anterior faça $\dot{Q} = -0.5W \text{ kg}^{-1}$)

2. Considere uma atmosfera seca na qual aos 1000 hPa a temperatura vale 15°C e aos 850 hPa a temperatura vale 10°C.
 - a. Estime o desnível (espessura da camada 1000-850hPa em m).
 - b. Estime o gradiente vertical de temperatura.
 - c. Trata-se de uma camada estaticamente estável? Justifique.
 - d. Se uma partícula de ar for perturbada verticalmente qual será o período da sua oscilação livre?

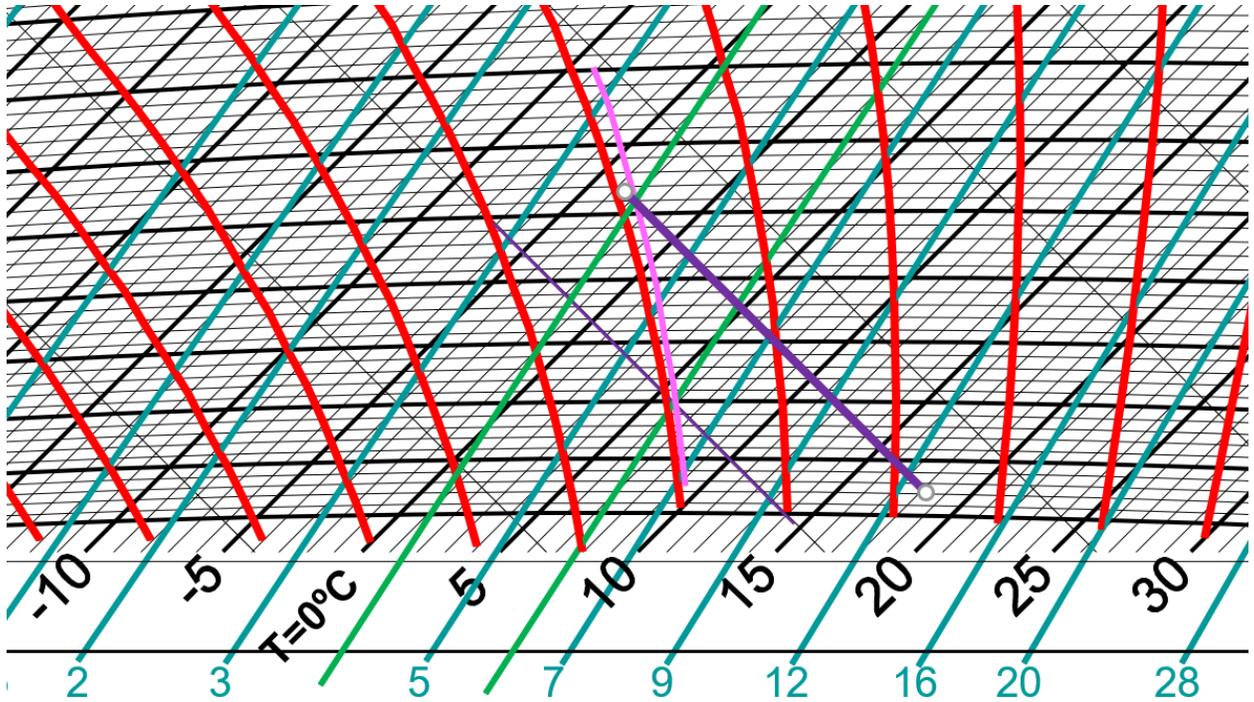
3. Uma massa de ar com uma temperatura de 10°C e uma humidade relativa de 80% aos 1000 hPa, é obrigada a subir devido à presença de uma montanha, até aos 700 hPa. No processo de subida 2/3 da água condensada precipita. A massa de ar volta à pressão de 1000 hPa depois de passar a montanha.
 - a. Estime a temperatura de ponto de orvalho inicial. Marque no tefigrama o estado inicial.
 - b. Estime a pressão a que se dá a formação de uma nuvem na encosta a montante e a pressão a que se dá a sua dissipação na encosta a jusante.
 - c. Estime a quantidade de água precipitada por cada kg de ar que realiza o percurso.
 - d. Estime o estado final da massa de ar.

1. Ver figura: A estado inicial; B estado final; D ponto de orvalho; W termómetro molhado



- a. $e_w = 1703 Pa, r_w \approx 10.5 \times 10^{-3}, e = 1507 Pa, RH = 73\%, r = 0.009$

$$e = e_w - \frac{P c_p}{l_v \epsilon} (T - T_w) \approx 1507 Pa$$
- b. $\dot{Q} = \frac{c_p (T_d - T_A)}{\Delta t} \approx -0.35 W kg^{-1}, T_d \approx 13^\circ C$
- c. No estado final (B) $r = r_A - r_{liq} \approx 0.0055, \Delta t = \frac{c_p (T_B - T_A) + l_v (r_B - r_A)}{\dot{Q}} \approx 6.6 h$ (2:35)
 $e_B \approx 1378 Pa, T_B \approx 11.75^\circ C$
- 2.
- a. $\Delta z = \frac{R_d}{g} \bar{T} \ln \left(\frac{P_{top}}{P_{base}} \right) \approx 1359 m$
- b. $\frac{\partial T}{\partial z} = \frac{T_{top} - T_{base}}{\Delta z} \approx -3.6 K km^{-1}$
- c. Trata-se de uma camada estável porque o gradiente é superior ao gradiente adiabático seco, i.e. $\frac{\partial T}{\partial z} > \frac{g}{c_p}$
- d. $N = \sqrt{\frac{g}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial z}} \approx \frac{g}{\theta} \frac{(\theta_{top} - \theta_{base})}{\Delta z} \approx 0.0144 s^{-1} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{N} \approx 435 s \approx 7m15s$
3. Marcação no tefigrama



- $e_{1000} = e_l^{sat}(10^\circ\text{C}) \times 0.8 \approx 980\text{Pa} \Rightarrow T_{d_{1000}} \approx 6.7^\circ\text{C}$ (interpolação na tabela smithsoniana)
- A nuvem forma-se aos 960 hPa e dissipa (na encosta a jusante) aos 790 hPa.
- Água condensada total:

$$r_{1000} = \frac{\varepsilon e_{1000}}{1000 \times 10^2} \approx 6.1 \times 10^{-3}$$

$$r_{700} = \frac{\varepsilon e_{700}}{700 \times 10^2} \approx 2.7 \times 10^{-3}$$

$$r_{cond} = r_{1000} - r_{700} \approx 3.4 \times 10^{-3}$$

$$r_{prec} = \frac{2}{3} r_{cond} \approx 2.2 \times 10^{-3}$$

Onde (leitura no tefigrama)

$$e_{700} = e_l^{stat}(-9^\circ\text{C})$$

- Estado final

$$r_{final} = r_{700} + \frac{1}{3} r_{cond} \approx 3.9 \times 10^{-3}$$

$$e_{final} = \frac{P_{final} r_{final}}{\varepsilon} \approx 622\text{Pa} \Rightarrow T_{d_{final}} \approx 0.3^\circ\text{C} \text{ (aos 100hPa)}$$

Leitura no tefigrama:

Estado final: $T \approx 16^\circ\text{C}$, $T_d \approx 0.3^\circ\text{C}$; $P = 1000\text{ hPa}$; $RH \approx 34\%$