

Justifique sempre as respostas e as aproximação utilizadas.

1. Às 18:00, uma massa de ar à pressão de 1010 hPa, temperatura de 15°C e humidade relativa de 70% sofre um arrefecimento isobárico, atingindo 12h depois a temperatura de 2°C.
 - (a) Calcule a razão de mistura inicial do ar;
 - (b) Calcule o estado final da massa de ar (temperatura, pressão, razão de mistura, razão de mistura de água líquida);
 - (c) Calcule a perda de calor total por kg de ar;
 - (d) Admitindo que a taxa de perda de calor (medida em $W\ kg^{-1}$) é constante, calcule a hora da formação do nevoeiro;
 - (e) Admitindo que o arrefecimento se dá na camada com 100 m de espessura junto da superfície, devido a trocas com a superfície, calcule o fluxo correspondente em Wm^{-2} .

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

P (hPa)	1000	800	600
T (°C)	25	18	4
T _d (°C)	21	5	1

- (a) Marque-a no tefigrama.
- (b) Calcule: a humidade relativa aos 600 hPa, a razão de mistura aos 1000 hPa, a tensão de vapor aos 800 hPa;
- (c) Calcule a frequência de Brunt-Vaisalla na camada 1000-800 e discuta a sua estabilidade estática.
- (d) Classifique a camada 1000-800 quanto à estabilidade potencial;
- (e) Calcule o estado final da camada (p, T, T_d, r_i) num processo de mistura vertical. Interprete o resultado.

Sugestão de solução

1. Estado inicial: $e \approx 1194 \text{ Pa}$, $T = 15^\circ\text{C}$;

a. $r \approx \frac{\epsilon e}{P} \approx 7.4 \text{ g kg}^{-1}$

b. $T_f = 2^\circ\text{C}$, $e_f = e^{\text{sat}}(2^\circ\text{C}) \approx 706 \text{ Pa}$, $r_f \approx \frac{\epsilon e^{\text{sat}}}{P} \approx 4.4 \text{ g kg}^{-1}$, $r_l = r - r_f \approx 3 \text{ g kg}^{-1}$

c. $\frac{Q}{m} = c_p \Delta T + l_v \Delta r \approx -20.580 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1}$

d. $\frac{\dot{Q}}{m} = \frac{Q}{m} \approx -0.48 \text{ W kg}^{-1} \Rightarrow \Delta t_{\text{Nev}} = \frac{c_p(T_d - T_0)}{\frac{Q}{m}} \approx 3.18 \text{ h}$, $T_d \approx 9.6^\circ\text{C}$

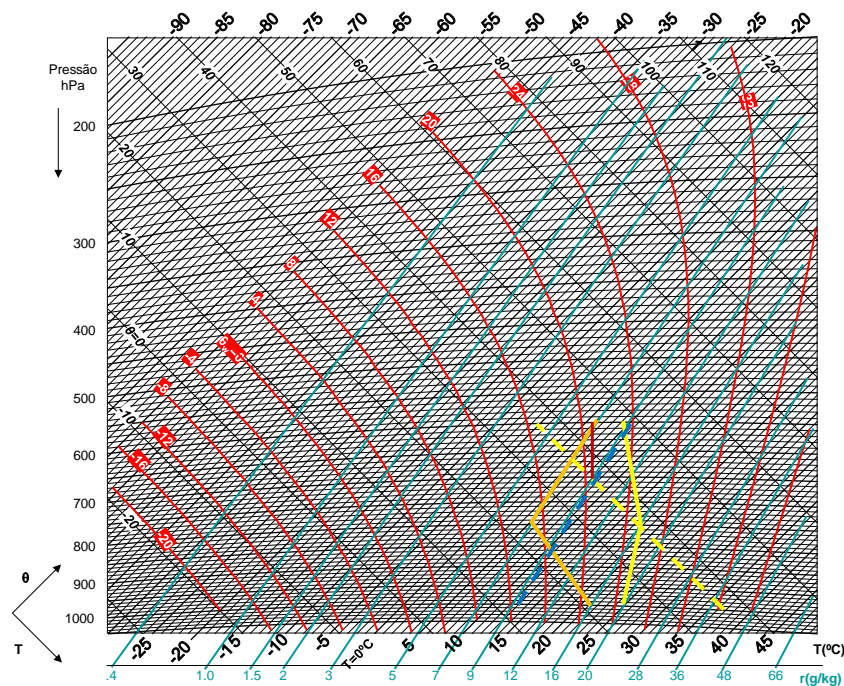
e. Massa da coluna $\approx 1.2 \times 100 \text{ kg m}^{-2}$; Fluxo de calor $= -0.48 \times 1200 \approx -57 \text{ W m}^{-2}$

2.

(a)



Centro de Geofísica da Universidade de Lisboa, Fac. Ciências, C8, 1749-016 Lisboa, Portugal. www.cgl.ul.pt



(b) $\text{RH}(600) \approx 7/9 = 80\%$; $r(1000) \approx 16 \text{ g kg}^{-1}$; $e(800 \text{ hPa}) = Pr/\epsilon \approx 873 \text{ Pa}$;

(c) $N^2 = \frac{g}{\theta} \frac{\partial \theta}{\partial z} \approx \frac{g}{\theta} \frac{\theta_{800} - \theta_{1000}}{\Delta z} \approx 2 \times 10^{-4} \text{ s}^{-2} \Rightarrow N \approx 1.4 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$

$$\Delta z = \frac{R_d}{g} \bar{T} \ln\left(\frac{1000}{800}\right) \approx 1924 \text{ m}$$

(d) Potencialmente instável ($\theta_w(1000) > \theta_w(800)$).

(e) $\bar{\theta} = 0.25(\theta_{1000} + 2\theta_{800} + \theta_{600}) \approx 0.25(25 + 2 \times 37 + 47.5)^\circ\text{C} \approx 36.7^\circ\text{C}$;

$\bar{r} \approx 0.25(r_{1000} + 2r_{800} + r_{600}) \approx 0.25(15 + 6.8 + 6.8) \approx 9.3 g kg^{-1}$.
Condensação cerca dos 710 hPa. Adiabático saturado acima desse nível.
Máximo de concentração em água líquida no topo da nuvem:

$$r_l(600 \text{ hPa}) \approx 9.3 \times 10^{-3} - r^{sat}(600 \text{ hPa}) \\ \approx 9.3 \times 10^{-3} - \frac{\varepsilon e^{sat}(1^\circ\text{C})}{60000} \approx 2 g kg^{-1}$$

Estado final (ver figura):

Abaixo do nível de condensação ($P > 710 \text{ hPa}$) $\theta = \bar{\theta}$, $r = \bar{r}$ (linhas tracejadas)

Acima do nível de condensação segue a adiabática saturada.