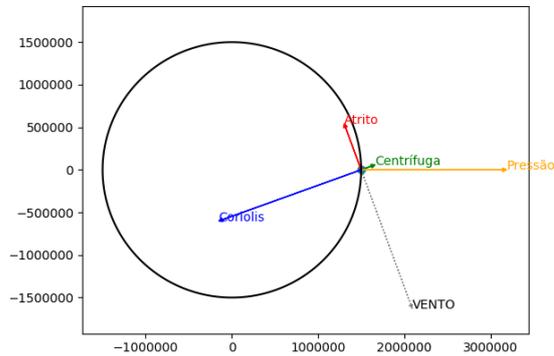


***Justifique todas as respostas.***

1. Num anticiclone circular aos 30°N observa-se, num ponto a 1500 km do centro, à superfície, um gradiente de 0.9hPa/100km. Nesse ponto o vento faz um ângulo de 20° com as isóbaras. Admitindo que se trata de uma situação estacionária e que  $\rho = 1.2 \text{ kgm}^{-3}$ :
  - a. Esquematize o equilíbrio de forças que deve ser satisfeito por uma partícula de ar no ponto referido;
  - b. Calcule o vento correspondente à situação de equilíbrio descrita;
  - c. Admitindo que as condições descritas são válidas nos primeiros 500 m, estime a velocidade vertical a esse nível, justificando.
  - d. Estime a vorticidade e a divergência (do escoamento horizontal).
  - e. Estime o valor máximo de gradiente de pressão que poderia existir nesse mesmo ponto, mantendo fixos todos os outros parâmetros.
2. Num ponto à superfície ( $p=1000 \text{ hPa}$ ), aos 40N, observa-se um vento de  $6 \text{ ms}^{-1}$  de SW. Aos 850 hPa observa-se um vento de  $15 \text{ ms}^{-1}$  de W. Aos 700hPa observa-se um vento de  $30 \text{ ms}^{-1}$  de SW. Admita que o vento é geostrófico e que a atmosfera está em equilíbrio hidrostático.
  - a. Estime o gradiente médio (vetor) de temperatura na camada 1000-850 hPa;
  - b. Calcule o vento médio nessa camada;
  - c. Calcule a tendência da sua temperatura média.
  - d. Considerando também a camada 850-700, discuta a evolução futura da estabilidade estática da camada 1000-500, justificando.
3. Num escoamento atmosférico neutro sobre uma superfície homogénea mediu-se o vento num mastro a 2 níveis:  $v(10m) = 6.1 \text{ ms}^{-1}$ ;  $v(30m) = 8.3 \text{ ms}^{-1}$ .
  - a. Estime o comprimento de rugosidade e a velocidade de atrito;
  - b. Calcule o valor da velocidade esperada aos 80m

## 1. Anticiclone

a)



$$b) v = -\frac{fR}{2} + \frac{R}{2} \sqrt{f^2 + \frac{4}{\rho R} * |\nabla P| * \cos(\alpha)} \approx 10.7 \text{ ms}^{-1}$$

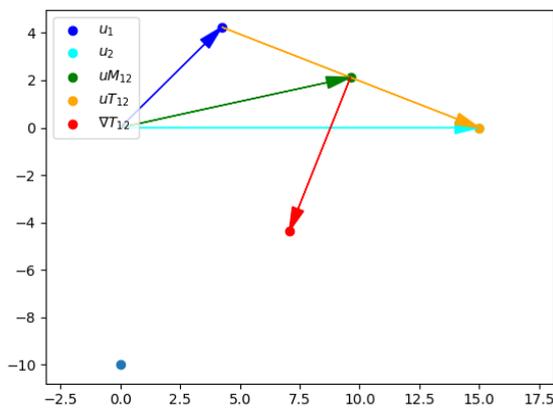
$$c) w = 2hv * \frac{\sin \alpha}{R} \approx 2.4 \text{ mms}^{-1}$$

$$d) \zeta = \frac{2v \cos \alpha}{R} \approx -1.3 \times 10^{-1} \text{ s}^{-1}, \delta = \frac{2v \sin \alpha}{R} \approx 4.9 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$$

e) O radicando deve ser  $\geq 0$ . Logo:

$$|\nabla P| \leq f^2 \rho |R| / \cos \alpha \approx 2.4 \times 10^{-3} \text{ Pa m}^{-1} = 2.4 \text{ hPa}/100\text{km}$$

## 2. Vento térmico



$$a) \vec{v}_{T_{1000-850}} = \vec{v}_{850} - \vec{v}_{1000} \approx 10.76 \vec{i} - 4.24 \vec{j} = \frac{R_d}{f} \ln\left(\frac{1000}{850}\right) \vec{k} \times \nabla \bar{T}_{1000-850}$$

$$\nabla \bar{T}_{1000-850} = \left[ \frac{R_d}{f} \ln\left(\frac{1000}{850}\right) \right]^{-1} (-\vec{k} \times \vec{v}_{T_{1000-850}}) \approx -8.53 \times 10^{-6} \vec{i} - 2.16 \times 10^{-5} \vec{j}$$

$$b) \bar{\vec{v}} = \frac{1}{2} (\vec{v}_{1000} + \vec{v}_{850}) \approx 9.62 \vec{i} + 2.12 \vec{j}$$

$$c) \frac{\partial \bar{T}}{\partial t} = -\bar{u} \frac{\partial \bar{T}}{\partial x} - \bar{v} \frac{\partial \bar{T}}{\partial y} \approx 1.28 \times 10^{-4} \text{ K s}^{-1} \approx 0.46 \text{ H h}^{-1}$$

d) De acordo com o resultado de alínea anterior, a camada inferior (onde o vento roda na vertical em sentido horário, ver figura) está em aquecimento. Na camada 850-700, o vento roda em sentido anti-horário e, portanto, vai arrefecer ao longo do tempo. Logo, a camada 1000-700 vai instabilizar (aquece por baixo, arrefece por cima).

3. Cls

$$a) u_* = \frac{(u_{30} - u_{10})\kappa}{\ln\left(\frac{30}{10}\right)} \approx 0.80 \text{ ms}^{-1}$$

$$z_0 = 10 * \exp\left(-\kappa \frac{u_{10}}{u_*}\right) \approx 0.48 \text{ m}$$

$$b) u_{80} = \frac{u_*}{\kappa} \ln\left(\frac{80}{z_0}\right) \approx 10.26 \text{ ms}^{-1}$$