Meteorologia 2021

Teste 2

Responda sucintamente, mas sempre com justificação.

1. Um anticiclone estacionário sobre o oceano aos $50N$ apresenta a $800km$ do seu centro um gradiente horizontal de pressão de $0.6\ hPa/100km$. O vento faz um ângulo de $25°$ com as isóbaras. Considere uma densidade do ar $\rho = 1.2\ kg\ m^{-3}$.
   a. Esquematize o equilíbrio de forças correspondente à alínea anterior. Calcule o vento.
   b. Estime o movimento vertical aos 1000 m, admitindo que as condições referidas são válidas para $z < 1000m$.
   c. Estime a tendência da temperatura média da camada 0-1000m, se o gradiente vertical de temperatura for $-6.5\ K\ km^{-1}$.
   d. Calcule a vorticidade e a divergência horizontal médias do anticiclone.
   e. Admita que o centro do anticiclone é $10°C$ mais frio que a sua periferia (a 800 km do centro). Admita que a pressão média à superfície no anticiclone vale 1030 hPa. Estime a sua vorticidade aos 850 hPa.

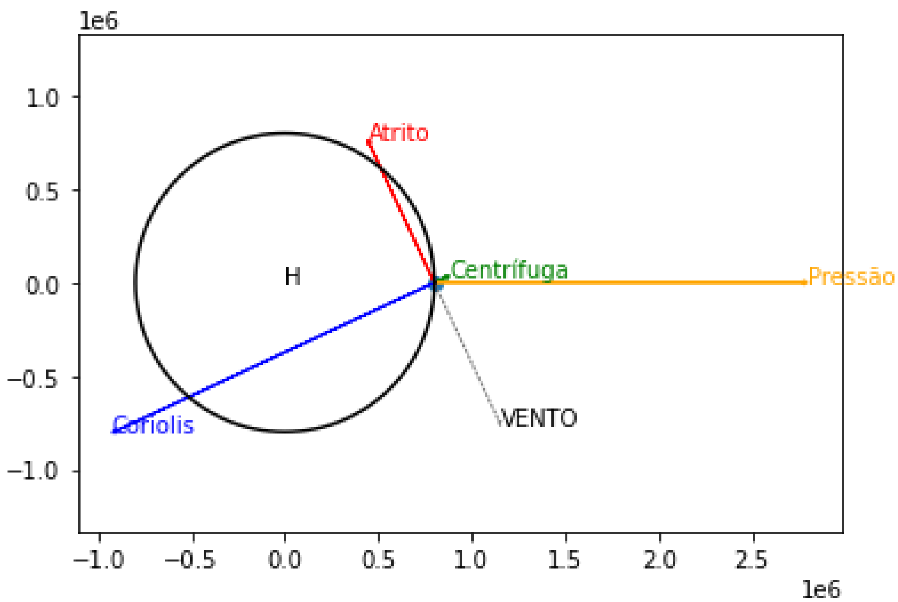
2. Uma aos 35N sondagem fez as seguintes observações:
   :

Nível	Vento	rumo	Temp
1000 hPa	10 m/s	SW	$10°C$
800 hPa	15 m/s	W	$-5°C$
600 hPa	20 m/s	S	$-20°C$

   a. Represente esquematicamente os vetores vento dos diferentes níveis, os ventos médios de cada camada e os correspondentes ventos térmicos.
   b. Usando o esquema anterior indique qual a evolução previsível da temperatura média das camadas.
   c. Estime a estabilidade da coluna 1000-600 e caracterize a sua evolução futura.
   d. Calcule vento térmico (vetor) na camada 1000-800.
   e. Calcule a tendência da temperatura média da camada 1000-800.

Sugestão de resolução:

1.



a. $v = -\frac{fR}{2} + \frac{R}{2}\sqrt{f^2 + \frac{4}{\rho R}|\nabla P| cos\alpha} \approx 4.26\, ms^{-1}$

b. $w = -\frac{2v\, sin\alpha\, h}{|R|} \approx -0.45\ cm\ s^{-1}$

c. No centro do sistema a velocidade horizontal média é nula. Tem-se:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = -w\frac{\partial \theta}{\partial z} \approx 0.45 \times 10^{-2} \times \left(-6.5 \times 10^{-3} + \frac{g}{c_p}\right) \approx 1.45 \times 10^{-5} Ks^{-1} \approx 0.05 Kh^{-1}$$

d. Usamos diferenças finitas:

$$\zeta = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \approx \frac{-v\, cos\alpha - (v\cos\alpha)}{2|R|} - \frac{-v\, cos\alpha - (v\cos\alpha)}{2|R|} \approx \frac{-2v\cos\alpha}{|R|}$$
$$\approx -0.96 \times 10^{-5} s^{-1}$$
$$\delta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \approx \frac{v\sin\alpha - (-v\sin\alpha)}{2|R|} + \frac{v\sin\alpha - (-v\sin\alpha)}{2|R|} \approx \frac{2v\sin\alpha}{|R|} \approx 0.45 \times 10^{-5} s^{-1}$$

e. A vorticidade geostrófica satisfaz a condição:

$$\frac{\partial \zeta_g}{\partial p} = -\frac{R_d}{fp}\left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}\right)$$

Em diferenças finitas

$$\Delta\zeta_g = \frac{R_d}{f}\frac{4T_{per} - 4T_{centro}}{R^2}\ln\left(\frac{p_0}{p_1}\right)$$
$$\zeta_g(900\ hPa) = -0.96 \times 10^{-5} + \Delta\zeta_g \approx 0.73 \times 10^{-5} s^{-1}$$

Notar que tem sinal positivo.

2. Perfil de vento

   a. Vento térmico (cf. Figura)
   b. A camada 1000-800 vai aquecer (vento roda sentido horário), a camada (800-600) vai arrefecer (vento roda no sentido anti-horário). Notar que estamos no hemisfério norte.
   c. A estabilidade depende do sinal de $\frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{\partial T}{\partial z} + \frac{g}{c_p}$

$$\frac{\partial T}{\partial z} \approx -\frac{30}{\Delta z} \approx -7.5\ K\ km^{-1} \Rightarrow \frac{\partial \theta}{\partial z} \approx +2.5\ K\ km^{-1}$$
$$\bar{T} \approx \frac{10 + 2 \times (-5) + (-20)}{4} = -5°\mathrm{C} = 268.15\ K$$
$$\Delta z \approx \frac{R_d}{g} \bar{T} \ln\left(\frac{1000}{600}\right)$$

   A estabilidade vai decrescer no devido à tendência das temperaturas médias das camadas.

   d. Vento térmico

$$\vec{v}_{T_{1000-800}} = \vec{v}_{800} - \vec{v}_{1000} \approx 7.9\ \vec{e}_x - 7.07\ \vec{e}_y\ (ms^{-1})$$

   e. Tendência da temperatura

$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial t} = -\bar{u}\frac{\partial \bar{T}}{\partial x} - \bar{v}\frac{\partial \bar{T}}{\partial y} \approx 1.4 \times 10^{-4} K s^{-1} \approx 0.5\ K\ h^{-1}$$
$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial x} = \frac{f}{R_d \ln\left(\frac{1000}{800}\right)} v_{T_{1000-800}} \approx -9.2 \times 10^{-6} K m^{-1}$$
$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial y} = -\frac{f}{R_d \ln\left(\frac{1000}{800}\right)} u_{T_{1000-800}} \approx -1.04 \times 10^{-5} K m^{-1}$$
$$\bar{u} = \frac{u_{1000} + u_{800}}{2} \approx 11 m s^{-1}; \bar{v} = \frac{v_{1000} + v_{800}}{2} \approx 3.5 m s^{-1}$$