

Teste 2

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

1. Um anticiclone estacionário sobre o oceano aos $35N$ apresenta a $800km$ do seu centro e aos $1000m$ de altitude um gradiente horizontal de pressão de $0.7 hPa/100km$. Admita que a densidade do ar vale $1.15 kg m^{-3}$. O vento faz um ângulo de 20° com as isóbaras.
 - a. Calcule o vento.
 - b. Esquematize o equilíbrio de forças correspondente à alínea anterior.
 - c. Estime o movimento vertical aos $1000 m$, admitindo que as condições referidas são válidas para $z < 1000m$.
 - d. Calcule a vorticidade e a divergência horizontal médias do anticiclone.
 - e. Repita a, triplicando o valor do gradiente horizontal de pressão. Discuta o resultado.

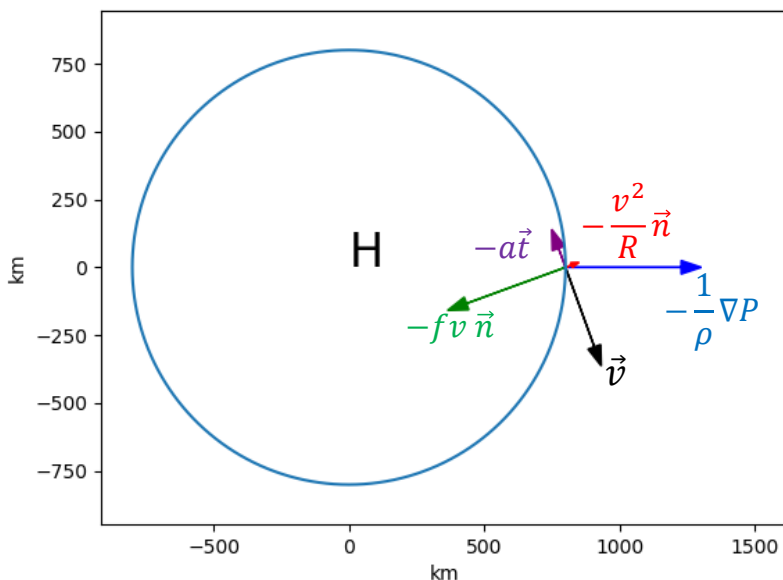
2. Uma aos $35N$ sondagem mediu o vento a três níveis com os seguintes resultados:

Nível	Vento	rumo
1000 hPa	5 m/s	SW
800 hPa	10 m/s	W
600 hPa	15 m/s	NW

- a. Calcule vento térmico (vetor) na camada 1000-800.
 - b. Calcule a tendência da temperatura aos 900.
 - c. Explique as aproximações utilizadas.
 - d. Discuta a evolução da estabilidade na camada 1000-600.
3. Numa zona costeira às 11 h solares e aos $37N$ observa-se uma temperatura do ar sobre o oceano de $18^\circ C$ e sobre terra de $36^\circ C$, em pontos distando $30km$. Admita que a essa hora não existe vento. Admita que essa diferença de temperatura se observa em média na camada $1000 - 900 hPa$, correspondente à camada limite com uma altura de $1km$.
 - a. Mostre que vai gerar-se uma circulação de brisa marítima.
 - b. Estime a intensidade dessa brisa às 12h e às 18h.
 - c. Discuta o realismo dos 2 resultados obtidos em b.
 - d. Discuta qualitativamente qual seria o impacto de introduzir o efeito de Coriolis.

Sugestão de resolução:

1.



a. $v = -\frac{fR}{2} + \frac{R}{2} \sqrt{f^2 + \frac{4}{\rho R} |\nabla P| \cos \alpha} \approx 7.7 \text{ ms}^{-1}$

b. *figura*

c. $w = -\frac{2v \sin \alpha h}{R} \approx -0.67 \text{ cm s}^{-1}$

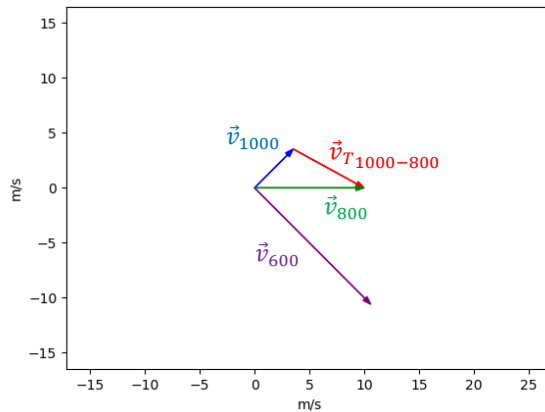
d. Usamos diferenças finitas:

$$\zeta = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \approx \frac{v \cos \alpha - (-v \cos \alpha)}{2|R|} - \frac{-v \cos \alpha - (v \cos \alpha)}{2|R|} \approx \frac{-2v \cos \alpha}{|R|} \approx -1.8 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

$$\delta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \approx \frac{v \sin \alpha - (-v \sin \alpha)}{2|R|} + \frac{v \sin \alpha - (-v \sin \alpha)}{2|R|} \approx \frac{2v \sin \alpha}{|R|} \approx 0.66 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$$

e. Se se triplicar o valor do gradiente de pressão o radicando $f^2 + \frac{4}{\rho R} |\nabla P| \cos \alpha$ torna-se negativo, levando a um valor complexo para a solução da raiz da equação do vento. Isso implica que o gradiente de pressão nos anticiclones não pode ser muito elevado sob pena de produzir instabilidade.

2. Perfil de vento



a. Vento térmico (cf. Figura)

$$\vec{v}_{T_{1000-800}} = \vec{v}_{800} - \vec{v}_{1000} = 6.46\vec{i} - 3.53\vec{j}$$

b. Tendência da temperatura

$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial t} = -\bar{u} \frac{\partial \bar{T}}{\partial x} - \bar{v} \frac{\partial \bar{T}}{\partial y} \approx 4.65 \times 10^{-5} K s^{-1} \approx 0.16 K h^{-1}$$

$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial x} = \frac{f}{R_d \ln\left(\frac{1000}{800}\right)} v_{T_{1000-800}} \approx -4.62 \times 10^{-6} K m^{-1}$$

$$\frac{\partial \bar{T}}{\partial y} = -\frac{f}{R_d \ln\left(\frac{1000}{800}\right)} u_{T_{1000-800}} \approx -8.44 \times 10^{-6} K m^{-1}$$

$$\bar{u} = \frac{u_{1000} + u_{800}}{2} \approx 6.77 m s^{-1}; \bar{v} = \frac{v_{1000} + v_{800}}{2} \approx 1.77 m s^{-1}$$

- c. Admitiu-se a existência de equilíbrio geostrófico, equilíbrio hidrostático e escoamento horizontal adiabático.
- d. Ambas as camadas estão em aquecimento pois em ambas o vento roda no sentido horário à medida que a altitude cresce. No entanto a camada superior aquecerá mais rapidamente, pois a área varrida pelo vetor vento é maior. Logo esta zona da atmosfera ganhará progressivamente mais estabilidade.

3. Brisa

a. Do teorema de Kelvin resulta:

$$\frac{dC}{dt} = \oint \frac{dP}{\rho} = \oint R_d T \frac{dP}{P}$$

Considerando o circuito fechado no plano vertical entre os pontos de terra e mar (a $L = 30 \text{ km}$ de distância) e entre os níveis 1000 e 900, percorrido no sentido direto:

$$\begin{aligned} \frac{dC}{dt} &= \oint R_d T \frac{dP}{P} = R_d \left\{ \int_{1000}^{900} T_{land} \frac{dP}{P} + \int_{900}^{1000} T_{sea} \frac{dP}{P} \right\} = R_d (T_{land} - T_{sea}) \ln \left(\frac{1000}{900} \right) \\ &\approx 544 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} > 0 \end{aligned}$$

Logo o sistema vai ganhar circulação, com entrada da ar marítimo junto à superfície e retorno na camada superior.

b. A partir do resultado anterior podemos estimar a tendência da velocidade. Por definição:

$$C = \oint \vec{v} \cdot d\vec{l} \approx 2Lu + 2Hw \approx 2Lu$$

Pois $H \ll L$.

Logo

$$\frac{\partial u}{\partial t} \approx \frac{1}{2L} \frac{dC}{dt}$$

Usando o resultado anterior

$$\begin{aligned} \frac{dC}{dt} &\approx 544 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1} \\ \frac{\partial u}{\partial t} &\approx 9 \times 10^{-3} \text{ ms}^{-2} \approx 32 \text{ ms}^{-1} / \text{h} \end{aligned}$$

Assim teríamos uma velocidade de 32 m/s às 12h, 230 m/s às 18h...

- c. São resultados irrealistas resultantes do desprezo do efeito do atrito, que cresce rapidamente com a intensidade do vento.
- d. O efeito de Coriolis faria o vento rodar no sentido horário ao longo do dia até se tornar quase paralelo à costa.