

Informações:

- Duração de 2 horas.
- Pode comer e beber durante a prova.
- Pode fazer a prova à lápis.
- Pode usar calculadora (sem texto).

A tentativa de violação de qualquer uma das regras abaixo anulará o exame.

- Não consulte material ou colegas.
- Vá ao banheiro antes ou depois do exame.
- Rascunho apenas no verso da prova.
- Desligue e guarde o telefone.



1. Assinale apenas as alternativas corretas. Explique os erros das outras.

16

- ✓ **A maior parte (~ 70%) dos satélites em órbita, ativos hoje, é de comunicação.**

Resposta:

- ✓ **No balanço geostrófico a força de Coriolis equilibra a força devida ao gradiente de pressão.**

Resposta:

- No cálculo do fluxo de calor nos oceanos, a componente associada à radiação de ondas curtas possui um fator que depende da temperatura de superfície elevada à 4ª potência, pois parametriza a radiação de corpo negro.

Resposta:

Ondas curtas referem-se à luz visível emitida pelo Sol, depende da latitude, do albedo, das nuvens etc. As ondas longas estão associadas à radiação de corpo negro na faixa do infravermelho que depende da temperatura de superfície elevada à 4ª potência.

- ✓ **Idealmente, um fuso horário equivale a $\frac{\pi}{6}$ esterorradianos.**

Resposta:

- Se a profundidade óptica da camada atmosférica (τ) fosse 666, o sensor de infravermelho mediria a TSM sem precisar de correção atmosférica.

Resposta:

Olhe a fórmula lá no final. Se $\tau \gg 1$ a atmosfera seria opaca, toda radiação viria dela e o sensor não receberia radiação da superfície do mar.

- A vantagem da órbita polar é que a posição relativa local entre o satélite e um determinado ponto do oceano não muda.

Resposta:

Isso seria órbita geostacionária. A vantagem da polar é que o satélite cobre a Terra toda.

- Dados de nível 2 não contém variáveis geofísicas e não estão georreferenciados.

Resposta:

Isso seriam dados nível 1 ou *raw*.

- ✓ **A determinação da concentração de clorofila-a a partir de dados de sensores na faixa da radiação visível é dificultada pois não sabemos a profundidade do máximo vertical de clorofila.**

Resposta:

2. Explique os **conceitos** de:

- (a) IFOV (não quero apenas a tradução).

5

Resposta:

É a área de onde saem os fótons que permitem ao sensor a coleta de uma amostra; ou, invertendo o sentido de propagação da radiação, é a área iluminada por um sensor para a coleta de uma única amostra.

- (b) Polarização linear.

5

Resposta:

Ocorre quando a diferença de fase entre as componentes ortogonais do campo elétrico (E_x e E_y) de uma onda EM é de $\pi/2$.

- (c) Resolução espacial.

5

Resposta:

É o espaço transcorrido entre amostras consecutivas coletadas pelo mesmo sensor. Alternativas: é a distância entre dois IFOVs coletados consecutivamente; é a separação espacial entre dois pixels ideais.

- (d) Sensor passivo.

5

Resposta:

É o que não emite radiação EM para a tomada de medidas.

3. Comparando as medidas de temperatura da superfície do mar obtidas por sensor de infravermelho e de microondas notamos que:

15

1. a resolução espacial do sensor de microondas é 25km e a do de infravermelho é de 1km;
2. a correção atmosférica é necessária apenas para o sensor de infravermelho; e
3. as nuvens não afetam os dados de microondas.

Explique as diferenças mencionando, respectivamente:

1. a lei de Planck;
2. a profundidade ótica; e
3. a teoria do espalhamento.

Resposta:

(1) Pela lei de Planck notamos que o brilho depende forte e inversamente do comprimento de onda, havendo muito menos energia na banda de microondas em comparação com o infravermelho para qualquer corpo negro. (2) A profundidade ótica τ na banda de infravermelho é menor do que na banda de microondas, ou seja, a atmosfera é relativamente mais opaca ao infravermelho. (3) O espalhamento depende da relação entre λ e o raio r das partículas (vapor, gotículas): no caso das microondas $\lambda \gg r$, e no caso do infravermelho $\lambda \sim r$.

4. Considere o mapa de altura da superfície do mar a seguir (
- η
- em metros) na região da confluência entre a Corrente do Brasil e das Malvinas. O navio
- A**
- fez a seção marcada pela linha branca entre
- 57.5°W
- ,
- 42.6°S
- e
- 58°W
- ,
- 41.5°S
- ; o navio
- B**
- fez a seção mais longa, a leste, entre
- 55°W
- ,
- 46°S
- e
- 52°W
- ,
- 40°S
- . Qual a velocidade geostrofica média perpendicular às duas seções?

20

Resposta:

Para estimar a velocidade basta combinar geostrofia e hidrostática:

$$u = -\frac{1}{\rho_0 f} \frac{\Delta p}{\Delta y} = -\frac{1}{\rho_0 f} \frac{\Delta(\rho_0 g \eta)}{\Delta y} = -\frac{g}{f} \frac{\Delta \eta}{\Delta y} \quad \text{e analogamente } v = \frac{g}{f} \frac{\Delta \eta}{\Delta x}$$

Para o navio A:

$$\Delta x = +0.5^\circ = 111000 \times 0.5 \times \cos(-42^\circ) = 41244\text{m.}$$

$$\Delta y = -0.6^\circ = 111000 \times 0.6 = -66600\text{m.}$$

$$\Delta\eta = (-0.2 - 0.3) = -0.5\text{m. } g = 9.8\text{ms}^{-2}, f = 2 \frac{2\pi}{86400} \sin(-42^\circ) = -9.73 \times 10^{-5}\text{s}^{-1}.$$

Fazendo as contas, $u = -\frac{9.8}{-9.73 \times 10^{-5}} \frac{-0.5}{-66600} = 0.76\text{ms}^{-1}$, $v = \frac{9.8}{-9.73 \times 10^{-5}} \frac{-0.5}{41244} = 1.22\text{ms}^{-1}$, portanto $|\vec{U}| = \sqrt{(1.22^2 + 0.76^2)} = 1.44\text{ms}^{-1}$,

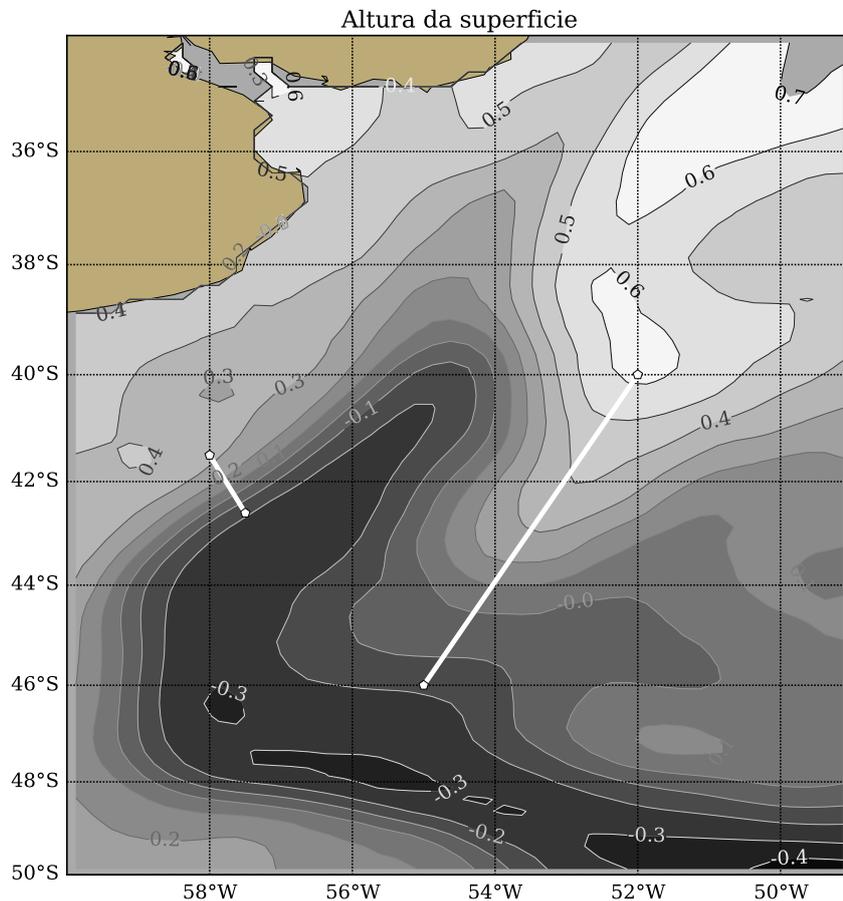
Para o navio B:

$$\Delta x = +3^\circ = 111000 \times 3 \times \cos(-43^\circ) = 243540\text{m.}$$

$$\Delta y = +6^\circ = 111000 \times 6 = 666000\text{m.}$$

$$\Delta\eta = (0.6 + 0.2) = +0.8\text{m. } f = 2 \frac{2\pi}{86400} \sin(-43^\circ) = -9.92 \times 10^{-5}\text{s}^{-1}.$$

Fazendo as contas, $u = -\frac{9.8}{-9.92 \times 10^{-5}} \frac{0.8}{666000} = 0.12\text{ms}^{-1}$, $v = \frac{9.8}{-9.92 \times 10^{-5}} \frac{0.8}{243540} = -0.32\text{ms}^{-1}$, portanto $|\vec{U}| = \sqrt{(0.12^2 + 0.32^2)} = 0.34\text{ms}^{-1}$,



5. Considere o mapa de altura da superfície do mar (η) da figura anterior. Por hipótese, a Corrente das Malvinas (CM) meandra em torno de sua posição média, se movendo lateralmente em 3 meses aproximadamente 100km. Ela carrega água bem menos salina que a Corrente do Brasil. Suponha que futuro próximo você conseguiu um emprego de consultor em sensoriamento remoto dos oceanos. Teu supervisor te pergunta:
“É possível analisar quantitativamente as variações salinidade da superfície induzidas pelo meandramento da CM nessa região usando os dados do satélite SMOS?”

Esses dados tem resolução temporal de 3 dias e espacial de 1°. Você ganha bem, não quer perder essa oportunidade, mas também não quer perder a credibilidade que acompanha o logo da UFRJ. O que você responde ao supervisor? Seja claro, responda sim/não e explique o seu raciocínio.

Resposta:

Infelizmente não é possível. A escala temporal do fenômeno (meandramento) é de 3 meses. A resolução temporal de 3 dias me permite coletar 10 amostras por ciclo. O mínimo seriam 2 amostras, parece ser suficiente. Entretanto, a escala espacial é de 100km, com uma resolução zonal de 1° temos uma amostra a cada $111\cos(40^\circ) \simeq 71\text{km}$. Em 100km teríamos 1.4 amostras, sendo que no mínimo precisaríamos de 2.

6. Considere a dinâmica de Ekman, onde $\vec{u} = (u, v)$ é a velocidade do vento e $\vec{u}_E = (u_E, v_E)$ é a velocidade da água do mar na camada de Ekman que vai de $z = 0$ até $z = z_E$. obtenha a velocidade vertical na base da camada de Ekman w_E . Ao final, estime a ordem de grandeza de w_E em metros por dia para uma mudança de τ de 0.1 Pa. em 100 km.

19

$$-fv_E = \frac{\mu}{\rho_0} \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \tag{1}$$

$$fu_E = \frac{\mu}{\rho_0} \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \tag{2}$$

Siga este roteiro:

1. O *stress* do vento é dado por $\tau_x = \mu \frac{\partial u}{\partial z}$, $\tau_y = \mu \frac{\partial v}{\partial z}$. Substitua isso em (1) e (2).
2. Integre u_E e v_E em z , de $z = 0$ até $z = z_E$ onde a viscosidade **turbulenta** μ atua. Essa camada entre 0 e z_E é a camada de Ekman. Integrando as velocidades você obterá os transportes de Ekman (U_E, V_E), ou seja, $U_E = \int_0^{z_E} u_E dz$
3. Após isso integre nesse mesmo intervalo a eq. da continuidade $\frac{\partial u_E}{\partial x} + \frac{\partial v_E}{\partial y} + \frac{\partial w_E}{\partial z} = 0$. para obter $w_E(z = z_E)$ em função de (U_E, V_E). Assuma que $w_E(z = 0) = 0$.
4. Substitua (U_E, V_E) para obter w_E , que é a velocidade vertical na base da camada de Ekman.

Resposta:

Tem de seguir o roteiro, ver que é para substituir τ para, na integração, chegar a

$$V_E = -\frac{\tau_x}{\rho_0 f} \quad U_E = \frac{\tau_y}{\rho_0 f}$$

Usando a continuidade integrada o resultado correto é:

$$w_E = -\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\tau_y}{\rho_0 f} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\tau_x}{\rho_0 f} \right) \quad \text{ou seja,} \quad w_E = \frac{\nabla_H^2 \times \vec{\tau}}{\rho_0 f}$$

$$O[w_E] = \frac{1}{\rho_0 f} \frac{\Delta \tau}{\Delta x} = \frac{1}{10^3 \cdot 10^{-4}} \frac{10^{-1}}{10^5} = 10^{-5} \text{ms}^{-1} \text{ ou } 86400 \times 10^{-5} = O[1] \text{mdia}^{-1}.$$

Memória não-volátil:

- Relação simplificada entre TSM, temperatura de brilho e temperatura medida (L_B constante e vale a aproximação de Rayleigh-Jeans): $T_{medida} = T(z = 0)e^{-\tau} + T_B(1 - e^{-\tau})$.
- $B_\lambda = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{e^{(\frac{hc}{kT\lambda})} - 1}$.
- $1^\circ = 111 \text{ km}$ (de latitude θ, y) e $1^\circ = \cos(\theta) 111 \text{ km}$ (de longitude ϕ, x)
- $f = 2 \sin \theta 7.3 \times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$,
- $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$,
- Hidrostática: $p = \rho_0 g \eta$.
- $\rho_0 = 1027 \text{ kgm}^{-3}$
- $\lambda_{max} = \frac{\kappa}{T}$, com a constante $\kappa = 2898 \mu\text{m.K}$.
- Geostrofia: $-fv = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x}$ $fu = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y}$



Questão	1	2	3	4	5	6	Total
Pontos	16	20	15	20	10	19	100
Nota							