



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

PROVA OBJETIVA

TG30

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS DE SATÉLITES E RADARES METEOROLÓGICOS E APLICAÇÕES, BEM COMO PROCESSAMENTO DE IMAGENS



SUA PROVA

- Além deste caderno contendo **45 (quarenta e cinco)** questões objetivas, você receberá do fiscal de prova o cartão de respostas;
- As questões objetivas têm **5 (cinco)** opções de resposta (A, B, C, D e E) e somente uma delas está correta.



TEMPO

- Você dispõe de **4 (quatro) horas** para a realização da prova;
- **2 (duas) horas** após o início da prova, é possível retirar-se da sala, sem levar o caderno de questões;
- A partir dos **30 (trinta) minutos** anteriores ao término da prova é possível retirar-se da sala **levando o caderno de questões**.



NÃO SERÁ PERMITIDO

- Qualquer tipo de comunicação entre os candidatos durante a aplicação da prova;
- Anotar informações relativas às respostas em qualquer outro meio que não seja no caderno de questões e nas folhas de textos definitivos;
- Levantar da cadeira sem autorização do fiscal de sala;
- Usar o sanitário ao término da prova, após deixar a sala.



INFORMAÇÕES GERAIS

- Verifique se seu caderno de questões está completo, sem repetição de questões ou falhas e também confira seu cargo. Caso tenha recebido caderno de cargo **diferente** do impresso em seu cartão de respostas, o fiscal deve ser **obrigatoriamente** informado para o devido registro na ata da sala;
- Confira seus dados pessoais, especialmente nome, número de inscrição e documento de identidade e leia atentamente as instruções para preencher o cartão de respostas;
- Para o preenchimento do cartão de respostas, use somente caneta esferográfica, fabricada em material transparente, com tinta preta ou azul;
- Assine seu nome apenas no(s) espaço(s) reservado(s) no cartão de respostas;
- Reserve tempo suficiente para o preenchimento do seu cartão de respostas. O preenchimento é de sua responsabilidade e **não será permitida a troca do cartão de respostas em caso de erro cometido pelo candidato**;
- Para fins de avaliação, serão levadas em consideração apenas as marcações realizadas no cartão de respostas;
- A FGV coletará as impressões digitais dos candidatos na lista de presença;
- Os candidatos serão submetidos ao sistema de detecção de metais quando do ingresso e da saída de sanitários durante a realização das provas.

Boa Prova!

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Atenção: O Texto I a seguir refere-se às três próximas questões.

Texto I

Em um procedimento experimental realizado em um laboratório do INPE, um pesquisador faz incidir um feixe de luz, de comprimento de onda no ar do laboratório igual a λ , em um anteparo. O pesquisador verificou que o tempo que o feixe de luz leva da fonte luminosa até o anteparo é igual a t . Quando o pesquisador coloca um bloco de vidro de espessura igual a d entre a fonte luminosa e o anteparo verifica que a luz leva um tempo igual $1,2 t$ para ir da fonte luminosa até o anteparo.

Dados:

- considere a velocidade da luz no ar do laboratório do INPE aproximadamente igual a velocidade da luz no vácuo c ;
- considere que o índice de refração no ar seja aproximadamente igual a 1.

1

Considerando que a incidência do feixe de luz no bloco de vidro seja normal às faces paralelas do bloco, o valor do comprimento de onda da luz no vidro, em termos dos dados fornecidos no enunciado, é igual a

- (A) $\frac{d\lambda}{d-0,2ct}$
 (B) $\frac{d\lambda}{dc-0,2t}$
 (C) $\frac{d\lambda}{d+0,2ct}$
 (D) $\frac{d\lambda}{dc+0,2t}$
 (E) $\frac{d\lambda}{0,2ct-d}$

2

O valor da mudança da frequência da luz ao se propagar do ar para o bloco de vidro é igual a

- (A) $\frac{d-c(d-0,2ct)}{d\lambda}$
 (B) $\frac{d-c(dc-0,2t)}{d\lambda}$
 (C) $\frac{d-c(0,2ct-d)}{d\lambda}$
 (D) $\frac{d-c(d+0,2ct)}{d\lambda}$
 (E) zero.

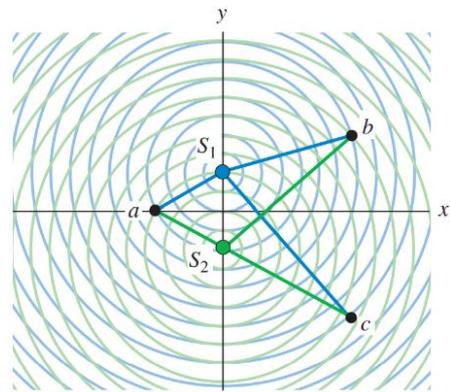
3

Admitindo que o índice de refração do bloco de vidro seja igual a 1,6 e do anteparo igual a 1,4, o seno do ângulo de incidência da luz no bloco de vidro para que o fenômeno da refração não seja observado pelo pesquisador é igual a

- (A) 0,35.
 (B) 0,25.
 (C) 0,425.
 (D) 0,625.
 (E) 0,525.

4

A figura abaixo mostra duas fontes idênticas de ondas eletromagnéticas monocromáticas S_1 e S_2 , permanentemente em fase. As duas fontes produzem ondas com a mesma amplitude e o mesmo comprimento de onda λ .



Analise as afirmativas a seguir.

- Em um ponto sobre o eixo y , positivo acima de S_1 , a amplitude resultante é a soma das amplitudes das ondas individuais.
- O fluxo de energia é maior em pontos como o ponto c e menor em pontos como a e b .
- No ponto c as ondas chegam em fase.

Está correto o que se afirma em

- (A) I e II, apenas.
 (B) I, apenas.
 (C) II e III, apenas.
 (D) I e III, apenas.
 (E) I, II e III.

5

Dentro da programação do Mês Nacional de Ciência e Tecnologia (MNCT) do ano 2022, foi realizado o evento *INPE Portas Abertas*. Nesse evento, em um dos laboratórios do INPE, um pesquisador reproduziu a experiência de verificação da interferência da luz do cientista Thomaz Young para um grupo de pessoas.

Para realizar a experiência, o pesquisador dispôs de duas fendas separadas por uma distância de 0,4 mm colocadas a uma distância de 0,8 cm de uma tela, em que pôde observar as franjas de interferência. Uma das pessoas do grupo era um estudante de engenharia que ficou curioso em saber qual seria a distância entre a segunda franja escura e a quarta franja escura que apareceram na tela. Então, utilizando um paquímetro do laboratório, o estudante realizou a medida entre a segunda franja escura e a quarta franja escura.

Sabendo que as fendas foram iluminadas por luz coerente de comprimento de onda igual a 500nm, a medida encontrada pelo estudante de engenharia, em metros, foi igual a

- (A) 2×10^{-5}
- (B) 3×10^{-5}
- (C) 4×10^{-5}
- (D) 5×10^{-5}
- (E) 6×10^{-5}

6

Em uma aula experimental sobre difração, estudantes de engenharia receberam a tarefa de calcular a distância focal de uma lente convergente utilizando uma fonte luminosa de luz monocromática, cujo comprimento de onda é igual a 500nm.

Os estudantes fizeram com que raios paralelos passassem por uma fenda de largura igual a $4 \times 10^{-5} m$, sendo os raios focalizados pela lente convergente. Os estudantes verificaram que, sobre o plano focal da lente, a distância entre o máximo central e o primeiro mínimo foi de 12 mm.

Com essa informação os estudantes chegaram à conclusão de que a distância focal da lente convergente, em centímetros, é igual a

- (A) 93.
- (B) 94.
- (C) 95.
- (D) 96.
- (E) 97.

7

Em um laboratório de óptica foi realizado um procedimento experimental que dispõe de um polarizador e um analisador orientados de forma tal que a luz transmitida pelos dois filtros possui intensidade máxima.

Quando o ângulo do eixo do analisador é rotacionado 60° , em relação ao eixo do polarizador, a porcentagem da intensidade máxima que é transmitida pelos dois filtros, é igual a

- (A) 75%.
- (B) 50%.
- (C) 25%.
- (D) 85%.
- (E) 35%.

8

Ao adentrar na atmosfera, a radiação eletromagnética (REM) está sujeita à interação com partículas dispersas que provocam alteração na direção de propagação. Considerando partículas atmosféricas com dimensões da ordem de $1/10$ do comprimento de onda (λ) da REM incidente e com dimensões variando de $1/10$ a dez vezes o valor de λ da REM, assinale a opção que indica os fenômenos de alteração na direção de propagação, decorrentes, respectivamente, da interação da REM com tais partículas.

- (A) Espalhamento Rayleigh e Espalhamento Mie.
- (B) Espalhamento Rayleigh e Espalhamento não seletivo.
- (C) Espalhamento não seletivo e absorção.
- (D) Absorção e Espalhamento Mie.
- (E) Espalhamento Mie e Espalhamento Rayleigh.

9

O *sensoriamento remoto* é uma ferramenta poderosa usada para obter informações sobre a superfície da Terra, sem contato físico direto, por meio da análise da interação entre a radiação eletromagnética, a atmosfera e a superfície terrestre. Esse processo, muitas vezes, envolve a compreensão das propriedades físicas da radiação eletromagnética, parte crucial do sensoriamento remoto.

Nesse contexto, considere as definições a seguir.

- I. *Bandas de absorção da atmosfera* são faixas do espectro eletromagnético nas quais a atmosfera é opaca em relação à radiação eletromagnética (REM), ou seja, impede a passagem da REM.
- II. *Janelas Atmosféricas* são áreas da atmosfera que permitem a passagem da radiação eletromagnética (REM), locais em que a atmosfera é transparente à REM.
- III. *Corpo Negro* pode ser compreendido como um corpo teórico que absorve e irradia toda a energia que recebe e possui. É um emissor perfeito, pois irradia toda a energia que absorve.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) I e III, apenas.

10

Assinale a opção que apresenta uma vantagem dos sensores com espelhos de varredura mecânica (*whisk broom*) em relação aos sensores com arranjos lineares de detectores (*push broom*).

- (A) Maior tempo de integração do sinal (*dwell*) em cada detector, que pode ter dimensões bem menores, permitindo obtenção de imagens com maior resolução espacial.
- (B) Menor complexidade na calibração, pela utilização de uma quantidade bem menor de detectores.
- (C) Obtenção da informação referente a uma linha completa da linha da imagem de forma simultânea.
- (D) São mais leves e de funcionamento menos complexo.
- (E) São os sensores disponíveis na maioria dos principais sistemas de observação da Terra atualmente.

11

A resolução espacial de um sistema de sensoriamento remoto é um dos parâmetros de maior importância na escolha do sensor a ser utilizado.

Nesse contexto, analise as afirmativas a seguir e assinale (V) para a verdadeira e (F) para a falsa.

- () O campo de visada instantâneo (IFOV – *Instantaneous Field of View*) é o ângulo segundo o qual um detector “enxerga” a superfície imageada.
- () Pode-se afirmar que, para todas as aplicações, deve-se sempre buscar utilizar a imagem com a melhor resolução espacial disponível.
- () A resolução espacial de um sensor óptico é totalmente independente da distância entre os detectores e o objeto imageado.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) V – V – F.
 (B) F – V – F.
 (C) F – F – V.
 (D) V – F – F.
 (E) F – F – F.

12

Relacione as órbitas adotadas pelos diferentes satélites em operação, listadas a seguir, às suas respectivas características.

1. Baixa
2. Média
3. Geoestacionária
4. Solar Síncrona

- () deslocamento norte – sul; altitudes entre 600 e 800 km; passagem em qualquer local da Terra precisamente no mesmo horário, ideal para observação da Terra e monitoramento ambiental.
- () têm período orbital curto, entre 90 e 120 minutos; percorrem várias órbitas diárias; satélites empregados muitas vezes em observação da Terra em constelações com órbitas em vários ângulos de inclinação.
- () posicionadas a mais de 35.000km da Terra, precisamente sobre o equador; período orbital é idêntico à rotação da Terra; utilizados em serviços de comunicação e meteorologia.
- () posicionados entre 5000 e 20000km da Terra; utilizados largamente em sistemas de posicionamento global

Assinale a opção que indica a relação correta, segundo a ordem apresentada.

- (A) 4 – 1 – 3 – 2.
 (B) 1 – 4 – 3 – 2.
 (C) 1 – 2 – 3 – 4.
 (D) 2 – 1 – 3 – 4.
 (E) 4 – 2 – 3 – 1.

13

Considere a situação hipotética em que um Sistema de Informações Geográficas (SIG) é capaz de carregar diversas camadas de imagens digitais. Imagens de satélites diferentes de uma série temporal foram carregadas no mesmo projeto para análise.

O SIG em questão atribui ao projeto criado para carga e análise dos dados espaciais, o sistema de referência espacial da primeira camada carregada.

Como etapa preliminar à criação do projeto para carga dos dados no SIG em questão, foi definido um sistema de referência espacial para as análises a serem procedidas.

Em seguida foram carregadas, em sequência, as seguintes imagens: Imagem A – imagem pancromática com 15 m de resolução espacial e sistema espacial de referência WGS 84;

Imagem B – composição colorida RGB, obtida a partir da manipulação de bandas de um mesmo sensor, com 20 m de resolução espacial e sistema espacial de referência SAD 69;

Imagem C – imagem pancromática com 2 m de resolução espacial e sistema espacial de referência SIRGAS 2000.

Considerações:

- As coordenadas das três imagens são projetadas (planas) e estão do Sistema de Projeção UTM, no mesmo fuso.
- O Sistema de Informações Geográficas utilizado não dispõe de funcionalidade para transformar automaticamente os sistemas de referência espaciais das camadas carregadas.
- Todas as imagens já passaram por processamento geométrico de nível equivalente a ortoretificação, com uso de modelos digitais de elevação devidamente referenciados ao mesmo sistema de referência espacial de cada imagem.

Ao analisar prioritariamente as questões que envolvem os sistemas espaciais de referência, assinale a afirmativa correta.

- (A) A imagem A e a Imagem B apresentarão um deslocamento planimétrico desprezível, considerando a aplicação.
- (B) A imagem A e a Imagem C apresentarão um deslocamento planimétrico, em metros, pelo menos maior do que três vezes o valor do pixel.
- (C) A imagem A e a Imagem C apresentarão um deslocamento planimétrico desprezível, considerando a aplicação.
- (D) A imagem B está referenciada a um sistema de referência espacial geocêntrico.
- (E) Todas as imagens serão posicionadas com deslocamentos entre si aceitáveis para as análises de séries temporais.

14

A técnica conhecida como *realce de bordas por suavização subtrativa* obtém uma imagem realçada em todos os detalhes de alta frequência espacial em uma imagem, incluindo bordas, linhas e pontos de alto gradiente.

Assinale a opção que apresenta a sequência de procedimentos aplicada por essa técnica.

- (A) Aplicação de uma máscara de realce de bordas para detectar variações na direção vertical e, em seguida, aplicação de uma segunda máscara similar, na direção horizontal.
- (B) Aplicação de uma máscara de suavização à imagem original. Em seguida, subtração dos valores da imagem suavizada da imagem original e, por fim, adição do resultado da subtração à imagem original.
- (C) Aplicação de uma máscara linear que diminui gradualmente os pesos a partir do centro na direção horizontal e, em seguida, aplicação de uma máscara idêntica na direção vertical.
- (D) Aplicação de uma máscara de gradiente isotrópico, seguido de suavização com utilização de valores de limiarização.
- (E) Aplicação de um filtro da mediana e adição ao resultado de filtro passa baixa sobre a imagem resultante.

15

Com vistas a aumentar o contraste de uma imagem de satélite (apenas uma banda) com 8 Bits de resolução radiométrica, um especialista em Sensoriamento Remoto aplicou uma transformação linear do tipo " $y = a.x + b$ " sobre os valores de níveis de cinza da imagem original.

A imagem original, com menos contraste, apresentava valores de níveis de cinza entre 60 e 145 e passou a ter, após a transformação linear, valores entre 0 e 255, ocupando todo o intervalo disponível dada a sua resolução radiométrica.

Selecione a opção que apresenta os valores corretos dos parâmetros a e b , respectivamente, da transformação linear aplicada na imagem.

- (A) 2 e -145.
- (B) 1/3 e 180.
- (C) 2 e 60.
- (D) 3 e -180.
- (E) 3 e 180.

16

Com relação a métodos de classificação de imagens, analise as afirmativas a seguir e assinale (V) para a verdadeira e (F) para a falsa.

- () Na classificação da cobertura do solo, os métodos não paramétricos são adequados a dados bem modelados estatisticamente, enquanto métodos paramétricos lidam melhor com cenas complexas e heterogêneas em que as amostras não são aderentes a modelagem estatística específica.
- () O método de classificação por árvores de decisão oferecem interpretabilidade e simplicidade, mas são propensas a *overfitting*, enquanto o método *Random Forest* fornece maior precisão e robustez ao custo de aumento da complexidade computacional e redução da interpretabilidade.
- () Para mitigar a maldição da dimensionalidade, podem-se empregar técnicas como seleção de atributos, para aumento da dimensionalidade dos dados, garantindo uma maior disponibilidade de informações relevantes e melhorando o desempenho dos algoritmos.

As afirmativas são, respectivamente,

- (A) V – V – F.
- (B) V – V – V.
- (C) V – F – V.
- (D) F – V – V.
- (E) F – V – F.

17

Considere hipoteticamente um projeto de análise espacial que visa identificar áreas adequadas para construção de casas numa dada região.

Um analista tem à disposição diversos tipos de imagens de satélite com características diferentes, que permitem a identificação adequada dos tipos de cobertura da região, seja de forma visual ou com aplicação de técnicas digitais. Estão, também, à disposição, informações de elevação do terreno, com qualidade compatível com a realização do projeto.

De acordo com a análise correta que o analista pode fazer dessa situação, assinale a opção que apresenta fatores mais cruciais para definir restrições relacionadas com a proximidade de rios e terrenos com grande inclinação.

- (A) Resolução espectral das imagens de satélite e elevação média do terreno.
- (B) Análise de declividade topográfica e distâncias às linhas de drenagem.
- (C) Resolução temporal de dados de sensoriamento remoto e proximidades com centros urbanos.
- (D) Precisão espacial das medições GPS e proximidade com serviços essenciais.
- (E) Informações de elevação do terreno e resolução radiométrica das imagens de satélite.

18

A respeito da correção atmosférica, analise as afirmativas a seguir.

- I. A correção atmosférica em imagens de sensores orbitais tem por finalidade minimizar a influência dos gases e aerossóis sobre a radiação refletida por um determinado alvo e captada pelos sensores.
- II. A radiância recebida por um sensor remoto orbital é composta pela radiância transmitida, que resulta da radiância refletida pelo alvo, normalmente atenuada pela atmosfera, e pela radiância do caminho atmosférico (*Atmospheric Path Radiance*).
- III. Uma das técnicas mais complexas de correção dos efeitos atmosféricos nas imagens de sensoriamento remoto é conhecida como “subtração de objetos escuros”, pois depende de parâmetros que compõem modelos de transferência radiativa.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) I e III, apenas.

19

Entre os seis instrumentos do satélite *GOES 16-East* para observação da Terra e do Sol, é o *Advanced Baseline Imager* (ABI) que fornece visualizações visíveis e infravermelhas da Terra.

O ABI produz imagens em 16 comprimentos de onda diferentes, chamados de bandas e/ou canais. A banda 14, chamada banda infravermelha tradicional, está centralizada em

- (A) 11,2 μm .
- (B) 0,2 μm .
- (C) 10,2 μm .
- (D) 5,2 μm .
- (E) 4,2 μm .

20

A principal fonte de energia do sistema Terra-Atmosfera é a radiação eletromagnética proveniente

- (A) das nuvens.
- (B) da Lua.
- (C) do Sol.
- (D) do Sistema Solar.
- (E) de Marte.

21

A Banda 10 do satélite GOES - 16, a banda de vapor de água de "nível inferior", tem seu comprimento de onda centrado em 7,3 μm (micrômetros). Esse canal explora níveis da atmosfera por volta de 750mb (cerca de 8.000 pés/2.400 metros) a menos que nuvens de níveis mais altos bloqueiem a visão.

Sobre a Banda 10, considere as afirmativas a seguir.

- I. É empregada para visualizar a umidade em baixos níveis.
- II. É capaz de identificar plumas vulcânicas ricas em dióxido de enxofre (SO₂).
- III. É usada para estimar a temperatura da superfície do oceano.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) I, II e III.

22

De acordo com Lorenzetti (2015), a quantidade de energia por unidade de tempo por unidade de área, denominada irradiância, deve

- (A) decrescer com o quadrado da distância do Sol.
- (B) crescer com a média da distância Sol – Lua.
- (C) decrescer com a média da distância Sol – Lua.
- (D) crescer com o quadrado da distância do Sol.
- (E) manter a mesma com o quadrado da distância do Sol.

23

A superfície da terra emite radiação na faixa de micro-ondas. A emissão de radiação termal é modelada pela lei de Planck para corpos negros.

No caso da radiação de micro-ondas, a emissão é modelada pela Lei de

- (A) Planck.
- (B) Rayleigh-Jeans.
- (C) Kirchhoff.
- (D) Maxwell.
- (E) Einstein.

24

De grande importância para a radiometria é a taxa de fluxo radiante que incide sobre uma superfície de um alvo qualquer.

Se for normalizado o fluxo radiante incidente sobre uma superfície de área A, pela área, teremos o conceito de

- (A) energia total.
- (B) fluxo radiante.
- (C) irradiância.
- (D) intensidade radiante.
- (E) radiância.

25

A fim de otimizar e maximizar o raio de cobertura de dois radares meteorológicos que operam na frequência de repetição de pulsos de 300 Hz, a distância entre si em que os radares deverão ser instalados de modo que um radar esteja na distância máxima do outro para que um pulso de cada um deles possa realizar o trajeto de ida e volta entre pulsos consecutivos, em km, é

- (A) 100.
- (B) 200.
- (C) 500.
- (D) 1000.
- (E) 2000.

26

O parâmetro nos radares meteorológicos de polarização simples, que é usado para expressar a taxa de precipitação em determinado volume de chuva detectado pelo radar, é o(a)

- (A) fator de refletividade do radar.
- (B) distância do transmissor ao alvo.
- (C) potência de retroespalhamento captada pela antena radar.
- (D) densidade do fluxo de potência incidente no alvo.
- (E) ganho da antena.

27

Leia o texto a seguir.

Variável medida em um radar meteorológico de dupla polarimetria é insensível a dispersões de partículas com formato esférico, sendo útil para distinguir e estimar a quantidade de chuva quando há uma mistura de chuva e granizo na atmosfera.

A definição acima corresponde à(ao)

- (A) Reflectividade diferencial (Z_{DR}).
- (B) Razão de depolarização linear (L_{DR}).
- (C) Fase diferencial específica (K_{DP}).
- (D) Mudança de fase diferencial (Φ_{DP}).
- (E) Coeficiente de correlação co-polar (ρ_{HV}).

28

Ao observar a imagem de um radar meteorológico na banda C, o analista verificou que havia ocorrência de chuva intensa em determinado setor, pois a refletividade diferencial

- (A) possui altos valores positivos, a fase diferencial específica possui altos valores absolutos negativos e o coeficiente de correlação co-polar é alto.
- (B) possui baixos valores absolutos negativos, a fase diferencial específica possui altos valores positivos e o coeficiente de correlação co-polar é baixo.
- (C) possui altos valores absolutos negativos, a fase diferencial específica possui altos valores absolutos negativos e o coeficiente de correlação co-polar é alto.
- (D) e a fase diferencial específica possuem baixos valores positivos. Além disso, o coeficiente de correlação co-polar também é baixo.
- (E) e a fase diferencial específica possuem altos valores positivos. Além disso, o coeficiente de correlação co-polar também é alto.

29

O radar WSR-88D, que é dotado da técnica *doppler* para determinação da velocidade, durante a passagem de uma tempestade, mediu velocidades com intensidades de -14m/s em um pequeno setor, onde a velocidade predominante era de 16m/s.

Sabendo que a velocidade de nyquist para esse radar é de 20m/s, a velocidade verdadeira do vento que deveria ser medida nos pequenos setores que apresentaram velocidade contrária à direção predominante, em m/s, é

- (A) 32.
- (B) 26.
- (C) 24.
- (D) 22.
- (E) 15.

30

A precisão dos dados do radar meteorológico deve ser aferida constantemente pois o equipamento é sensível e pode ser descalibrado por diversos fatores. A manutenção de uma rede de pluviômetros é importante para aferição da relação ZR.

Dessa forma, a intensidade de precipitação R pode ser empiricamente relacionada com o fator de refletividade Z pela expressão $Z = AR^b$, onde

- (A) A e b são variáveis e R é a intensidade da temperatura de brilho T_b .
- (B) A e R são constantes e b é a intensidade de precipitação em mm/h.
- (C) A e R são variáveis e b é a intensidade da temperatura de brilho T_b .
- (D) A e b são constantes e R é a intensidade de precipitação em mm/h.
- (E) R e b são variáveis e A é a intensidade de precipitação em mm/h.

31

Os Radares possibilitam o monitoramento de grandes áreas de forma precisa e eficiente e operam na faixa espectral do micro-ondas, que correspondem, aproximadamente, ao intervalo de frequências de

- (A) f=30GHz na banda K até 300MHz na banda P.
- (B) f=300GHz na banda K até 30MHz na banda P.
- (C) f=30GHz na banda P até 300MHz na banda K.
- (D) f=300GHz na banda P até 30MHz na banda K.
- (E) f=30MHz na banda K até 300GHz na banda P.

32

O radar meteorológico de São Paulo é de propriedade do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE e está instalado na Barragem de Ponte Nova, localizada na cabeceira do rio Tietê.

Esse radar disponibiliza inúmeros produtos. Um deles, o VIL (*Vertical Integrated Liquid*), indica

- (A) a quantidade de água líquida que o radar é capaz de detectar em uma nuvem.
- (B) a quantidade de água líquida e sólida que o radar é capaz de detectar em uma coluna da atmosfera.
- (C) a quantidade de água líquida que o radar é capaz de detectar em uma coluna da atmosfera.
- (D) a quantidade de água sólida que o radar é capaz de detectar em uma nuvem.
- (E) a quantidade de água líquida e sólida que o radar é capaz de detectar em uma coluna da atmosfera e em uma nuvem.

33

O município do Ubatuba, apresenta, frequentemente, eventos de chuva moderada e intensa, tornando a região suscetível à ocorrência de deslizamentos, inundações, alagamentos e outros transtornos. Desta forma é de grande importância entender e monitorar o regime de chuvas.

Sobre o *hidroestimador* assinale a afirmativa correta.

- (A) É um método para estimativa de chuva em tempo real, que só utiliza a temperatura de brilho do topo das nuvens, extraídas do canal infravermelho.
- (B) É um método para estimativa de chuva em tempo real, que utiliza uma relação empírica exponencial entre a precipitação estimada por radar e a temperatura de brilho do topo das nuvens, extraídas do canal infravermelho.
- (C) É um método para prever chuva que utiliza uma relação empírica exponencial entre a precipitação estimada por radar e a temperatura de brilho do topo das nuvens, extraídas do canal infravermelho.
- (D) É um método para prever chuva, que utiliza uma relação empírica exponencial entre a precipitação prevista por radar e a temperatura de brilho do topo das nuvens, extraídas do canal infravermelho.
- (E) É um método para estimativa de chuva em tempo real, que utiliza uma relação empírica exponencial entre a precipitação estimada pelo canal Vis e a temperatura de brilho do topo das nuvens, extraídas do canal infravermelho.

34

A identificação mais eficiente de nevoeiros por meio de imagens de satélite deve ser realizada pela(s)

- (A) combinação de imagens do canal visível (VIS) e do Infravermelho (IR).
- (B) imagens do Infravermelho (IR).
- (C) análise de uma sequência de imagens de satélite para observar deslocamento da camada de nebulosidade.
- (D) imagens do canal vapor d'água (WV).
- (E) combinação de imagens do canal visível (VIS) e do canal vapor d'água (WV).

35

Para obter informações do que está acontecendo em um evento de precipitação a uma altura aproximada de 1,5 km acima do solo, toda uma série de feixes de radar com diferentes ângulos de elevação (baixo, médio, alto) é usada para criar um produto de radar.

Assinale a opção que indica esse produto.

- (A) CAPPI.
- (B) Max CAPPI.
- (C) VIL.
- (D) Doppler.
- (E) Radar.

36

Os radares meteorológicos geram inúmeros produtos com diferentes fins. Eles são identificados por meio dos seus nomes e dos seus tipos.

Um deles é o RHI (*Range Height Indicator*), que fornece a projeção em um plano

- (A) horizontal que passa pelo centro do radar dos dados de refletividade possibilitando a avaliação da estrutura de uma nuvem de tempestade.
- (B) vertical que passa pelo centro do radar dos dados de refletividade possibilitando a avaliação da estrutura vertical de uma nuvem de tempestade.
- (C) vertical que passa pelo centro do radar dos dados de temperatura de brilho possibilitando a avaliação da estrutura vertical de uma nuvem de tempestade.
- (D) vertical que passa pela tangente do radar dos dados de refletividade possibilitando a avaliação da estrutura vertical de uma nuvem de tempestade.
- (E) horizontal que passa pela tangente do radar dos dados de refletividade possibilitando a avaliação da estrutura de uma nuvem de tempestade.

37

A banda brilhante do radar é consequência do rápido aumento da seção transversal de retro espalhamento associado a um hidrometeoro.

Esse hidrometeoro, de acordo com suas propriedades físicas, é formado por

- (A) cristais de gelo.
- (B) gotas de chuva.
- (C) gotas de nuvem.
- (D) flocos de neve.
- (E) partículas de gelo em derretimento.

38

Adler e Negri (1988) desenvolveram a técnica CST (Técnica Convectiva-estratiforme) para análise e reconhecimento de nuvens precipitáveis.

Sobre a CST, assinale a afirmativa correta.

- (A) Essa técnica só utiliza dados de satélites com órbita polar.
- (B) A taxa de chuva é atribuída a cada ponto máximo em função da sua temperatura de brilho máxima, com base nos resultados do modelo de nuvem unidimensional.
- (C) A taxa de chuva é atribuída a cada ponto mínimo em função da sua temperatura de brilho mínima, com base nos resultados do modelo de nuvem unidimensional.
- (D) A taxa de chuva é atribuída a cada ponto mínimo em função da sua refletividade.
- (E) A taxa de chuva é atribuída a cada ponto mínimo em função da sua temperatura de brilho mínima, com base nos resultados do modelo de nuvem bidimensional.

39

Em uma determinada região foi instalado um radar meteorológico. Em determinada época, o gestor pediu a estatística de utilização dos produtos gerados.

Sobre o *MaxCappi* ou *Maximum Display*, o produto mais utilizado, assinale a afirmativa correta.

- (A) É utilizado para determinar a umidade relativa em um áreas de mau tempo.
- (B) Monitora a precipitação dentro do raio de varredura quantitativo e permite uma rápida informação sobre a estrutura do sistema atuante.
- (C) É utilizado para determinar a temperatura relativa em uma área de mau tempo.
- (D) Monitora a precipitação dentro do raio de varredura quantitativo e permite a previsão sobre a estrutura do sistema atuante.
- (E) Monitora a umidade relativa dentro do raio de varredura quantitativo e permite a previsão sobre o estado da superfície do mar.

40

As nuvens cúmulos-nimbos estão associadas a fortes ventos, granizo, chuva forte e até tornados.

Em imagens de satélites as nuvens cúmulos-nimbos aparecem

- (A) bastante brilhantes, tanto no VIS quanto no IR.
- (B) bastante brilhantes no WV e cinza no VIS.
- (C) bastante brilhantes, tanto no WV quanto no IR.
- (D) cinzas, tanto no VIS quanto no IR.
- (E) cinza no VIR e brilhantes no IR.

41

As técnicas de estimativas de precipitação nas bandas do Infravermelho e Visível se baseiam no brilho e refletividade do topo da nuvem, ou seja, as gotas de chuva na verdade não são medidas diretamente.

Sobre a indexação de nuvem, descrita por Barret, E.C. (1970), método mais usado para estimativa de precipitação, assinale a afirmativa correta.

- (A) Utiliza a observação das imagens para identificação do tipo de nuvens e assume-se uma taxa de precipitação para cada tipo de nuvem.
- (B) Baseia-se da observação em superfície para identificação do tipo de nuvens. Na sua forma mais simples, assume-se uma taxa de precipitação para cada tipo de nuvem.
- (C) Baseia-se da observação em superfície para identificação do tipo de nuvens. Na sua forma mais simples, assume-se três taxas de precipitação para cada tipo de nuvem.
- (D) Usa a observação das imagens para identificação do tipo de precipitação e assume-se uma taxa de precipitação para cada dois tipos de nuvens.
- (E) Usa a observação das imagens para identificação do tipo de nuvens e assume-se três taxas de precipitação para cada dois tipos de nuvens.

42

Os ventos na troposfera podem ser modelados através da análise da trajetória das nuvens, observadas por imagens de satélites geostacionários e são reconhecidos como uma importante fonte de informação para a previsão numérica do tempo. O modelo citado por Laurent et Machado (1994) convencionou que o vetor que representa o vento é obtido por meio do deslocamento de um alvo (nuvem) entre duas imagens.

Para esse cálculo, o modelo de vento estima os vetores pelo método

- (A) da distância Manhattan entre uma área alvo de 32x32 pixels na imagem (t) e uma janela de 96x96 pixels na imagem (t+Δt).
- (B) da distância Euclidiana entre uma área alvo de 32x32 pixels na imagem (t) e uma janela de 96x96 pixels na imagem (t+Δt).
- (C) da distância Mahalanobis entre uma área alvo de 32x32 pixels na imagem (t+Δt) e uma janela de 32x32 pixels na imagem (t+Δt).
- (D) do índice de Bray-Curtis entre uma área alvo de 32x32 pixels na imagem (t+Δt) e uma janela de 96x96 pixels na imagem (t+Δt).
- (E) da distância Euclidiana entre uma área alvo de 32x32 pixels na imagem (t+Δt) e uma janela de 32x32 pixels na imagem (t).

43

O radar meteorológico, também chamado de *Radar Doppler de Vigilância Meteorológica* (WSR), obtém informações meteorológicas com base na energia emitida e recebida na unidade de aquisição de dados (RDA).

Diante do exposto, é correto afirmar que esse radar

- I. estima o tipo de precipitação.
- II. detecta o movimento das gotas de chuva.
- III. detecta a intensidade da precipitação.

Está correto o que se afirma em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) I, II e III.

44

Imagens de satélite são usadas para analisar as condições meteorológicas de um determinado local bem como para realizar a classificação das nuvens.

Considere uma imagem obtida pelo satélite GOES-16 na banda do infravermelho. Nesse tipo de imagem, nas regiões com nebulosidade,

- (A) as áreas sem nuvens serão tipicamente claras, mas também nuvens muito baixas e nevoeiro podem aparecer escuras. A maior parte das outras nuvens são brilhantes. Nuvens de altos níveis são menos brilhantes que nuvens de níveis baixos.
- (B) as áreas sem nuvens serão tipicamente escuras, mas também nuvens muito baixas e nevoeiro podem aparecer claras. A maior parte das outras nuvens são escuras. Nuvens de altos níveis são mais brilhantes que nuvens de níveis baixos.
- (C) as áreas sem nuvens serão tipicamente escuras, mas também nuvens muito baixas e nevoeiro podem aparecer escuras. A maior parte das outras nuvens são brilhantes. Nuvens de altos níveis são mais brilhantes que nuvens de níveis baixos.
- (D) as áreas sem nuvens serão tipicamente escuras, mas também nuvens muito baixas e nevoeiro podem aparecer escuras. A maior parte das outras nuvens são brilhantes. Nuvens de altos níveis são menos brilhantes que nuvens de níveis baixos.
- (E) as áreas com nuvens serão tipicamente escuras, mas também nuvens muito baixas e nevoeiro podem aparecer escuras. A maior parte das outras nuvens são brilhantes. Nuvens de altos níveis são mais brilhantes que nuvens de níveis baixos.

45

Massas de ar podem ser definidas como grandes porções de ar com propriedades bastantes uniformes. As massas de ar adquirem suas propriedades e permanecem sobre uma região da superfície da Terra por um período suficientemente longo para que as propriedades termodinâmicas alcancem um estado de equilíbrio e volume homogêneos.

Com relação às massas de ar que atuam no território brasileiro, considere os itens listados a seguir

- I. Equatorial Atlântica.
- II. Tropical Continental.
- III. Subtropical Úmida.

Atuam no território brasileiro as massas de ar listadas em

- (A) I, apenas.
- (B) II, apenas.
- (C) III, apenas.
- (D) I e II, apenas.
- (E) II e III, apenas.

Realização

