



INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL – INPE

PROVA OBJETIVA

TG22

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS ÓPTICOS PARA SENSORES E INSTRUMENTOS ESPACIAIS



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.

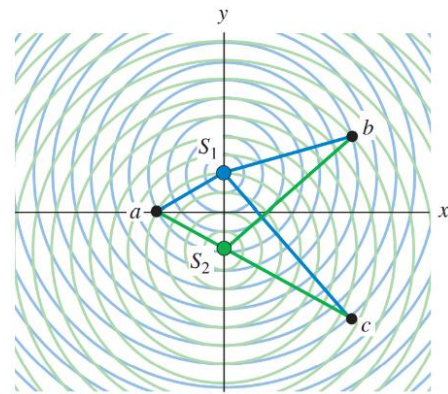
3

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 500 nm, 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 500 nm.

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

Em óptica geométrica, entre os ângulos analisados no fenômeno da reflexão total, o mais relevante é o ângulo

- (A) de dispersão.
- (B) agudo.
- (C) crítico.
- (D) base.
- (E) de divergência.

9

Considerando os fatores que prejudicam o desempenho dos sistemas ópticos de comunicação, analise as afirmativas a seguir,

- I. São efeitos não-lineares: o espalhamento Raman, o espalhamento Brillouin, a mistura de quatro ondas.
- II. A atenuação é um fenômeno que permite o aumento da distância de transmissão.
- III. Uma das causas de altas taxas de erros de bits é a compensação da dispersão cromática no sistema de transmissão óptico.

Está correto o que se afirma em

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

10

Um fenômeno causado pela variação do índice de refração da luz, dependente exclusivamente dos comprimentos de onda dos raios de luz, é conhecido como

- (A) Reflexão.
- (B) Desvio de luz.
- (C) Difração.
- (D) Refração.
- (E) Dispersão cromática.

11

O fenômeno da difração da radiação eletromagnética pode ser explicado pelo Princípio de Huygens.

Assinale a opção que descreve esse princípio.

- (A) Quando uma frente de onda incide sobre um obstáculo de tamanho comparável ao seu comprimento de onda, a difração só ocorre quando o ângulo de divergência do feixe óptico é da ordem de 1 mrad.
- (B) Quando uma frente de onda incide sobre um obstáculo de tamanho comparável ao seu comprimento de onda, a difração só ocorre quando o ângulo de incidência do feixe óptico na superfície do obstáculo é da ordem de 1 mrad.
- (C) Quando a frente de uma onda incide sobre um obstáculo de tamanho comparável ao seu comprimento de onda, cada ponto que atinge o obstáculo torna-se uma fonte secundária que modifica a direção de propagação da onda incidente.
- (D) Quando a frente de uma onda incide sobre um obstáculo de tamanho maior que o seu comprimento de onda, não ocorre a mudança de direção de propagação.
- (E) Quando a frente de uma onda incide sobre um obstáculo de tamanho menor que o seu comprimento de onda, não ocorre a mudança de direção de propagação.

12

Em relação ao espectro eletromagnético, analise as afirmativas a seguir.

- I. O comprimento de onda ou a frequência definem uma onda eletromagnética monocromática.
- II. A faixa de comprimento de onda da luz visível ao olho humano vai de 400nm a 550nm.
- III. As frequências das ondas de rádio são menores do que as dos raios-X e os comprimentos das ondas na região do infravermelho são maiores do que os da região dos raios-gama.

Está correto o que se afirma em

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

13

Considerando a propagação de ondas eletromagnéticas e sua composição, assinale a afirmativa correta.

- (A) Em uma onda eletromagnética, os campos elétrico e magnético se propagam com atraso de fase igual ao número de onda.
- (B) A operação rotacional entre os campos elétrico e magnético resulta na direção perpendicular à direção de propagação da onda.
- (C) Os campos elétrico e magnético são paralelos entre si e paralelos à direção de propagação da onda eletromagnética.
- (D) Ondas eletromagnéticas são capazes de transportar energia e momento linear.
- (E) Os campos elétrico e magnético oscilam e não guardam uma relação fixa entre si.

14

Sobre os conceitos de óptica geométrica, analise as afirmativas a seguir.

- I. Uma imagem virtual é formada quando os raios de luz emergentes não passam efetivamente no local onde se encontra o objeto.
- II. Raios paraxiais são os que se propagam praticamente paralelos ao eixo óptico.
- III. Um espelho côncavo, assim como um espelho plano, é capaz de formar uma imagem pontual exata de um objeto sem que esta mesma imagem apareça borrada.

Está correto o que se afirma em

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

15

Um raio se propaga na água, cujo índice de refração é de 1,33, e incide em uma superfície de vidro, cujo índice de refração é de 1,52. O raio incidente forma um ângulo de 30° com a superfície entre os dois meios.

O ângulo aproximado, em graus, que o raio refratado forma com a normal à superfície de incidência é

- (A) $\arcsen(0,632)$.
- (B) $\arcsen(0,980)$.
- (C) $\arcsen(0,758)$.
- (D) $\arcsen(0,320)$.
- (E) $\arcsen(0,210)$.

16

Sensores de um determinado equipamento receberam uma certa quantidade de energia por radiação proveniente de um corpo negro, que está a 227°C.

Considerando que 0 graus Celsius equivalem a 273K e que a constante de Stefan-Boltzmann vale, aproximadamente, $5,7 \times 10^{-8} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-4}$, a radiância total emitida pelo corpo negro será, em $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$, aproximadamente, de

- (A) 3.562,50.
- (B) 3.025,80.
- (C) 1.459,20.
- (D) 6.144,60.
- (E) 1.188,53.

17

Uma vela foi posicionada a uma distância de 12 cm em frente a um espelho côncavo, formando uma imagem sobre um anteparo situado a uma distância de 3,60 m da frente do espelho.

Assinale a opção que apresenta, respectivamente, a distância focal do espelho e seu raio de curvatura.

- (A) 5,9 e 11,8cm.
- (B) 0,8 e 1,7mm.
- (C) 11,6 e 23,2cm.
- (D) 1 e 2mm.
- (E) 9,7 e 19,3cm.

18

Um espelho esférico côncavo é utilizado para focalizar a imagem de um objeto em um sensor eletro-óptico. O objeto se encontra a 12 m de distância do espelho, cuja magnificação lateral é $-\frac{1}{31}$, considerando-se a aproximação paraxial.

A medida do raio de curvatura do espelho côncavo, em cm, é

- (A) 150.
- (B) 120.
- (C) 105.
- (D) 95.
- (E) 75.

19

Um LED emite luz com 620nm de comprimento de onda. A eficiência quântica interna deste LED é 0,50 e, devido à sua composição e geometria, sua eficiência de extração da luz também é 0,50.

Caso este LED esteja operando com uma corrente elétrica de 40mA, a potência óptica de saída é

- (A) 50mW.
- (B) 40mW.
- (C) 30mW.
- (D) 20mW.
- (E) 10mW.

20

Um determinado laser de fibra óptica em anel apresenta sua cavidade óptica como uma circunferência fechada de 50 cm de fibra monomodo padrão, onde o índice de refração efetivo desta fibra é 1,5. Sabe-se ainda que a frequência central de emissão do laser é 200 THz.

Considerando a velocidade da luz no vácuo igual a $3,0 \times 10^8$ m/s, o intervalo entre os comprimentos de onda dos modos longitudinais adjacentes do laser, em m, é:

- (A) $1,5 \times 10^{-12}$.
- (B) $3,0 \times 10^{-12}$.
- (C) $4,0 \times 10^{-12}$.
- (D) $4,5 \times 10^{-12}$.
- (E) $6,0 \times 10^{-12}$.

21

Com relação aos sensores eletro-ópticos, analise as afirmativas a seguir e assinale (V) para a verdadeira e (F) para a falsa.

- () A responsividade de um fotodetector, dada pela razão entre a potência óptica incidente e a fotocorrente gerada, independe do comprimento de onda incidente.
- () O ruído no circuito de saída de um detector fotoelétrico surge de várias fontes e é um parâmetro importante no desempenho do dispositivo.
- () Tecnologia CCD e tecnologia CMOS são as duas formas principais de circuito de leitura que são usadas para transportar os sinais dos fotodetectores elementares de um *array* para a sua saída.

As afirmativas são, respectivamente,

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

22

Os microscópios ópticos são o modelo de microscópio mais antigo e possivelmente foram inventados, em sua forma composta atual, no século XVII.

Um determinado microscópio óptico é composto por uma ocular com distância focal de 10,0mm e por uma objetiva com distância focal de 4,0mm.

Sabendo que a objetiva forma sua imagem a 16,0cm de distância de seu plano focal secundário, a magnificação do microscópio é

- (A) –1000.
- (B) –400.
- (C) –100.
- (D) 100.
- (E) 400.

23

Um telescópio astronômico, com diâmetro de abertura de 244mm, possui distância focal de objetiva de 650mm e distância focal de ocular de 13mm.

Considerando essas informações, analise as afirmativas a seguir.

- I. O módulo da magnificação do telescópio é 100 vezes.
- II. A capacidade de resolução do telescópio é mais eficiente para a luz vermelha (700nm) do que para a luz violeta (400nm).
- III. Considerando a constante de Rayleigh para o critério de resolução e a operação do telescópio com o comprimento de onda de 600nm, o mínimo ângulo de resolução é $3,00 \times 10^{-6}$ rad.

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.

24

Número f (*f number*) é uma medida da capacidade de captação de luz de um sistema óptico, como uma lente de câmera. A variação do número f em uma câmera resulta em uma variação na sua profundidade de campo (*depth of field* – DOF).

Uma câmera fotográfica apresenta 2 cm de diâmetro da pupila de entrada e uma lente com distância focal de 8 cm.

O número f da lente da câmera é

- (A) $f/2$.
- (B) $f/3$.
- (C) $f/4$.
- (D) $f/8$.
- (E) $f/16$.

25

Uma das vantagens de um interferômetro de Fabry–Perot é a sua capacidade de ser utilizado como um espectroscópio. Um determinado espectroscópio deste tipo apresenta superfícies paralelas semitransparentes, distando 19mm entre si e cada uma com 0,9 de coeficiente de reflexão. O comprimento de onda utilizado é 600nm com incidência normal nas superfícies.

O poder de resolução cromática deste espectroscópio é

- (A) $0,2 \times \pi \times 10^5$.
- (B) $0,3 \times \pi \times 10^5$.
- (C) $1,5 \times \pi \times 10^5$.
- (D) $2,0 \times \pi \times 10^5$.
- (E) $3,0 \times \pi \times 10^5$.

26

Um refratômetro de Abbe possui um prisma de medição com índice de refração n' e deseja-se utilizá-lo para medir o índice de refração n de uma amostra. Considerando essas informações, analise as afirmativas a seguir.

- I. Para que seja possível realizar a medição utilizando o refratômetro de Abbe, é necessário que n seja maior que n' .
- II. O princípio de funcionamento do refratômetro de Abbe é baseado na medida da distância do percurso óptico no prisma.
- III. Se $n' = 2,42$ e o ângulo crítico na interface entre o prisma de medição e a amostra é 30° , então $n = 1,21$.

Está correto o que se afirma em

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

27

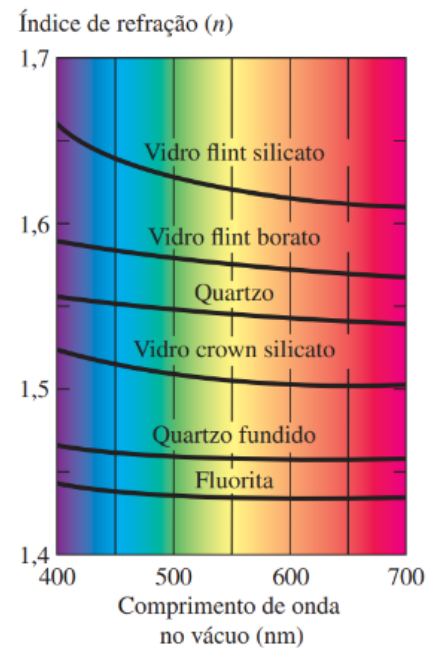
Um interferômetro de Michelson e um interferômetro de Fabry–Perot foram utilizados para determinar o comprimento de onda λ de uma onda monocromática. A posição do espelho móvel de ambos os interferômetros foi variada de modo a se formar exatamente mais um padrão circular de interferência.

Sabendo que Δ_M é a variação da distância do espelho realizada no interferômetro de Michelson, Δ_{FB} é a variação da distância do espelho semi-transparente realizada no interferômetro de Fabry–Perot, e que $\lambda = 500$ nm, as variações de distância Δ_M e Δ_{FB} são:

- (A) $\Delta_M = 250$ nm e $\Delta_{FB} = 250$ nm.
- (B) $\Delta_M = 250$ nm e $\Delta_{FB} = 500$ nm.
- (C) $\Delta_M = 500$ nm e $\Delta_{FB} = 250$ nm.
- (D) $\Delta_M = 500$ nm e $\Delta_{FB} = 500$ nm.
- (E) $\Delta_M = 500$ nm e $\Delta_{FB} = 1000$ nm.

28

Estudantes de engenharia receberam a tarefa de construir um prisma para a verificação da dispersão da luz. Estavam disponíveis para os estudantes os materiais transparentes apresentados na figura a seguir.



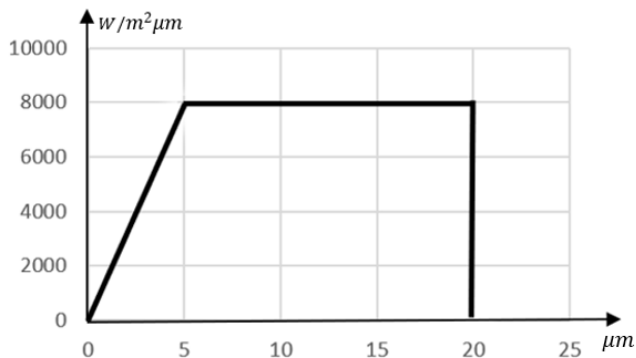
A figura mostra a variação do índice de refração em função do comprimento de onda dos materiais, sendo o menor comprimento de onda pertencendo a luz violeta e o maior comprimento de onda pertencendo a luz vermelha, ambas as cores nas extremidades esquerda e direita da figura, respectivamente. O eixo horizontal mostra o comprimento de onda da luz no vácuo.

Os estudantes decidiram escolher o material que apresentasse a maior dispersão. Portanto, o material escolhido pelos estudantes foi o

- (A) quartzo fundido.
- (B) vidro *crow*n silicato.
- (C) quartzo.
- (D) vidro *flint* borato.
- (E) vidro *flint* silicato.

29

Em um processo industrial de aquecimento, a distribuição espectral da irradiação de uma superfície é conforme o gráfico abaixo, cuja ordenada é a irradiação espectral e a abscissa é o comprimento de onda.

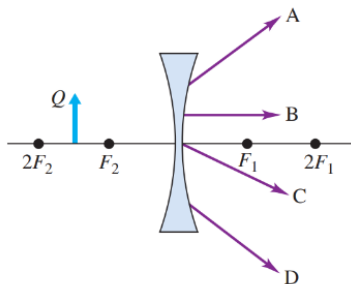


Um engenheiro, após analisar o gráfico, chegou à conclusão de que a irradiação total, W/m^2 , é igual a

- (A) 16×10^4
- (B) 14×10^4
- (C) 17×10^4
- (D) 20×10^4
- (E) 12×10^4

30

Em uma aula de física experimental, o professor faz incidir quatro feixes de luz em uma lente divergente, e apresenta aos seus alunos apenas os raios emergentes, conforme ilustra a figura a seguir.



O professor solicitou a um dos alunos que fizesse considerações sobre os raios de luz antes da incidência na lente. O aluno realizou as seguintes afirmativas:

- I. O raio D é paralelo ao eixo óptico.
- II. O raio C se dirigia ao foco F_1 .
- III. O raio A passa pela parte superior do objeto Q.

Está correto o que se afirma em

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

31

Dois candidatos a uma vaga de estágio, ao percorrerem as instalações de uma indústria para conhecimento dos processos de aquecimento, resfriamento e secagem, observaram um grande forno, mantido a uma temperatura uniforme. Na superfície do forno havia um pequeno orifício, e em seu interior havia um pequeno objeto. O recrutador solicitou a um dos candidatos que realizasse três considerações fundamentais a respeito dos processos da radiação térmica do forno em questão.

Então o candidato apresentou as seguintes considerações:

- I. Se a temperatura do forno for aumentada, mantendo-o isotérmico e com temperatura uniforme, o poder emissivo espectral aumenta, correspondendo a uma região espectral de menor comprimento de onda.
- II. O poder emissivo da radiação que emerge do orifício na superfície do forno é a mesma da irradiação incidente sobre o pequeno objeto que se encontra no interior do forno.
- III. A radiação emitida pelo orifício na superfície do forno é uma função do comprimento de onda e da temperatura, mas pode-se considerar que é independente da direção.

Está correto o que se afirmou em

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

32

Um engenheiro dispõe de uma bobina bem enrolada, de área da superfície igual a A, que ao passar uma corrente elétrica i emite luz incandescente, e a bobina atinge uma temperatura igual a 2450K. Nessas condições, o engenheiro verifica que a bobina emite radiação de 150W de potência. O engenheiro deseja aumentar a potência da radiação emitida, da mesma bobina, para 300W.

Para cumprir essa tarefa, é suficiente que o engenheiro realize a seguinte operação:

- (A) dobrar a corrente elétrica que passa pela bobina.
- (B) reduzir à metade a área de superfície da bobina.
- (C) dobrar a temperatura da bobina.
- (D) dobrar a área de superfície da bobina.
- (E) reduzir à metade a temperatura da bobina.

33

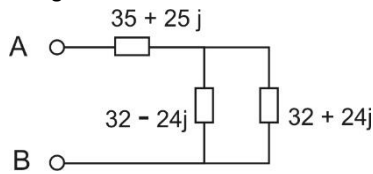
Para investigar a estrutura cristalina de um sólido, cuja distância entre os planos atômicos é igual a 0,2nm, um pesquisador faz incidir sobre o sólido um raio X. O pesquisador observou que o primeiro máximo forte de interferência entre ondas provenientes de planos cristalinos ocorre quando o feixe forma com esses planos um ângulo de 30° .

Para a realização da investigação, o pesquisador utilizou um raio X de comprimento de onda, em nm, igual a

- (A) 0,11.
- (B) 0,12.
- (C) 0,13.
- (D) 0,14.
- (E) 0,15.

34

Analise a figura a seguir.

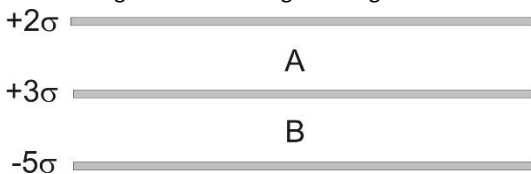


Assinale a opção que indica o módulo da impedância vista entre os terminais A e B indicados na figura a acima.

- (A) 25.
- (B) 60.
- (C) 65.
- (D) 67.
- (E) 144.

35

Três planos infinitos paralelos estão carregados com as densidades superficiais de carga indicadas na figura a seguir.

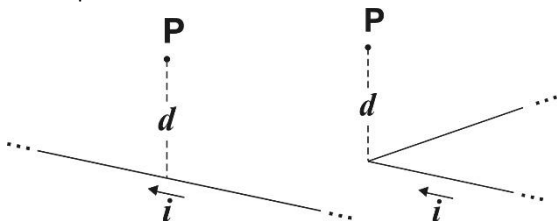


A razão entre os módulos dos campos elétricos nas regiões B e A é

- (A) 1,0.
- (B) 2,5.
- (C) 0,6.
- (D) 0,8.
- (E) 4,0.

36

Um fio infinito (figura à esquerda) conduz uma corrente elétrica e produz um campo magnético de módulo B_1 no ponto P. Ao se dobrar 90° o fio (figura à direita), mantendo o segmento entre P e o ponto de dobra a 90° de ângulo com ambas as semirretas, o módulo do campo em P passa a ser B_2 .

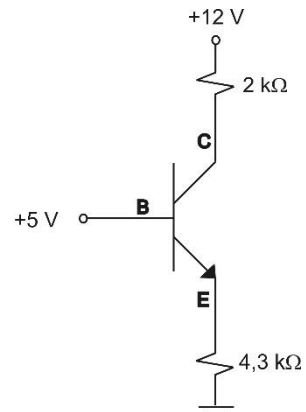


A razão B_2/B_1 é

- (A) 1.
- (B) $2^{1/2}$.
- (C) $2^{-1/2}$.
- (D) $1/2$.
- (E) 2.

37

O circuito da figura a seguir é composto por um transistor bipolar e dois resistores.



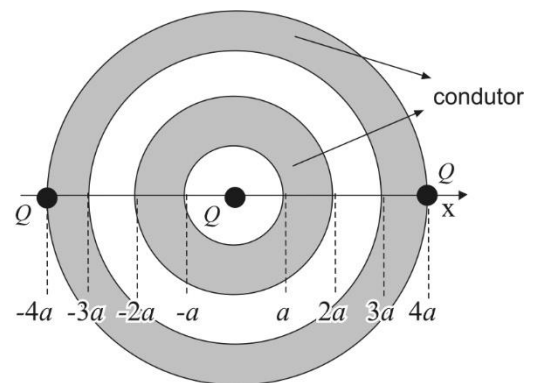
O valor aproximado de V_{CB} , em volts, é

- (A) 5,0.
- (B) 7,0.
- (C) 4,3.
- (D) 5,7.
- (E) 10.

38

Três partículas puntiformes de mesmas cargas positivas são dispostas nas posições indicadas na figura a seguir, juntamente com duas cascas esféricas condutoras, ambas de espessura a .

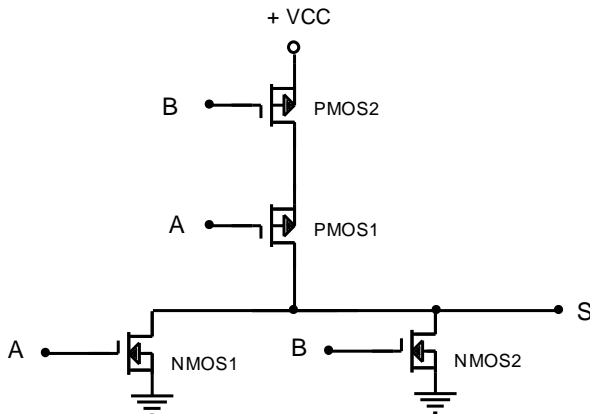
As cargas das partículas laterais não são modificadas ao encostarem nas cascas. Após o equilíbrio eletrostático, sabe-se que o potencial elétrico no infinito é nulo e que o potencial em $x = a$ é V .



O potencial em $x = 2a$, em Volts, é de

- (A) $31/46$.
- (B) $23/31$.
- (C) $35/43$.
- (D) $35/46$.
- (E) $19/45$.

39



O circuito da figura acima é composto por 4 transistores MOS e implementa uma porta lógica do tipo

- (A) XOR.
- (B) NAND.
- (C) OR.
- (D) AND.
- (E) NOR.

40

Uma onda pode ser considerada como uma energia transmitida através da matéria sem a necessidade de transporte de matéria.

Sobre a classificação das ondas e suas definições, analise as afirmativas a seguir.

- I. Quando em um meio perturbado, as partículas que se deslocam perpendicularmente à direção de propagação da onda constituem ondas longitudinais.
- II. Ondas que se propagam sobre a superfície da água são uma combinação de ondas longitudinais e transversais.
- III. Tanto ondas mecânicas quanto ondas eletromagnéticas necessitam de um meio para se propagar.

Está correto o que se afirma em

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

41

Juntamente com os conceitos de pressão e de conservação da quantidade de movimento, a teoria cinética dos gases permite chegar a uma relação entre temperatura e velocidade média das moléculas, conforme a seguinte equação: $mv^2T = 3k$, onde m é a massa do gás ideal em kg, v a velocidade média de suas moléculas em m/s, T a temperatura em K, e k a constante de Boltzmann em J/K.

Considerando que 0,75 kg de determinado gás possui temperatura de 127° C, o valor de sua velocidade média, em m/s, é

- (A) $0,1\sqrt{k}$.
- (B) $0,1k$.
- (C) $0,177\sqrt{k}$.
- (D) $0,177k$.
- (E) $0,2\sqrt{k}$.

42

A entropia mede o grau de desorganização do meio e pode ser usada também para correlacionar um tipo de transformação com a irreversibilidade do processo.

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

- () A entropia é usada para determinar se um processo é espontâneo ou não, enquanto a primeira lei da termodinâmica diz se ele pode acontecer ou não.
- () A variação de entropia de um sistema isolado que pode evoluir espontaneamente nunca é menor que zero, levando o sistema a evoluir para o equilíbrio onde a entropia é máxima.
- () A variação de entropia para um processo reversível é calculada como função do calor trocado (Q) e da temperatura do sistema (T).
- () A entropia explica a espontaneidade do derretimento de uma pedra de gelo, que ocorre para quaisquer condições do meio.

As afirmativas são, respectivamente,

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

43

A energia interna de um gás é resultado de trocas de calor e de trabalho realizado. Dentre as transformações termodinâmicas que um gás pode sofrer, uma delas é a adiabática.

Sobre este tipo de transformação, assinale a afirmativa correta.

- (A) Ocorre à pressão constante, onde a energia interna equivale à área abaixo da curva pV da transformação.
- (B) Ocorre sempre seguindo uma linha de temperatura constante, uma vez que não há troca de calor.
- (C) Acontece sem variação da energia térmica, mesmo com a variação de temperatura.
- (D) Um gás pode sofrer compressão adiabática, mas não pode expandir sem trocar de calor.
- (E) A variação de energia interna do gás é transformada inteiramente em calor.

44

Para que não haja diferença de pressão entre dois pontos em um mesmo líquido, eles devem estar na mesma altura. Essa afirmação está baseada no teorema de Stevin.

Para que esse teorema possa ser aplicado, assinale a opção que indica as hipóteses que devem ser observadas.

- (A) Pressão e temperatura constantes.
- (B) Temperatura e velocidade constantes.
- (C) Pressão e velocidade constantes.
- (D) Temperatura e viscosidade constantes.
- (E) Pressão e volume constantes.

45

Com relação ao empuxo sobre um corpo, analise os itens a seguir:

- I. Esta força está diretamente relacionada com a diferença de massa específica dos sólidos.
- II. Ela depende apenas do volume do corpo que está submerso no líquido.
- III. É usado para imergir ou emergir um submarino.

É 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.

Realização

