



MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR
INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO

CONCURSO PÚBLICO

CARGO

26

PESQUISADOR-TECNOLOGISTA EM
METROLOGIA E QUALIDADE

ÁREA: METROLOGIA EM GRANDEZAS ÓPTICAS FÍSICAS

CADERNO DE PROVAS - PARTE II
CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS E DISCURSIVA

LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

- 1 Nesta parte II do seu caderno de provas, confira atentamente os seus dados pessoais e os dados identificadores de seu cargo/área transcritos acima com o que está registrado em sua **folha de respostas** e em seu **caderno de textos definitivos da prova discursiva**. Confira também o seu nome, o nome e número de seu cargo/área no rodapé de cada página numerada desta parte II de seu caderno de provas. Caso o caderno esteja incompleto, tenha qualquer defeito, ou apresente divergência quanto aos seus dados pessoais ou aos dados identificadores de seu cargo/área, solicite ao fiscal de sala mais próximo que tome as providências cabíveis, pois não serão aceitas reclamações posteriores nesse sentido.
- 2 Quando autorizado pelo chefe de sala, no momento da identificação, escreva, no espaço apropriado da folha de respostas, com a sua caligrafia usual, a seguinte frase:
A delicadeza é a chave com a qual podemos abrir todas as portas.

OBSERVAÇÕES

- Não serão objeto de conhecimento recursos em desacordo com o estabelecido em edital.
- Informações adicionais: telefone 0(XX) 61 3448-0100; Internet — www.cespe.unb.br.
- É permitida a reprodução deste material apenas para fins didáticos, desde que citada a fonte.

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

QUESTÃO 41

Em um microscópio, uma lente primária, ou lente objetiva, forma uma imagem real, e uma segunda lente, ou ocular, é usada como uma lupa para fornecer uma imagem final maior e virtual. Um objeto de altura 4 cm é colocado a 6 cm à esquerda de uma lente convergente com distância focal de 4 cm. Uma segunda lente, também convergente, com distância focal de 3 cm é colocada a 18 cm à direita da primeira lente. Nessa situação, sabendo-se que as duas lentes possuem o mesmo eixo óptico, é correto afirmar que a imagem se formará à direita tanto da segunda quanto da primeira lente, respectivamente, às distâncias de

- A 6 cm e 24 cm, com ampliação de duas vezes e a mesma orientação do objeto.
- B 24 cm e 6 cm, com ampliação de duas vezes e orientação invertida à do objeto.
- C 6 cm e 24 cm, com ampliação de três vezes e a mesma orientação do objeto.
- D 6 cm e 24 cm, com ampliação de três vezes e orientação invertida à do objeto.
- E 15 cm e 15 cm, com ampliação de três vezes e a mesma orientação do objeto.

QUESTÃO 42

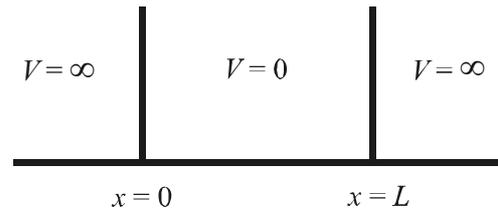
No processo de formação de imagens, quando todos os raios de um objeto puntiforme não se focalizam em um único ponto-imagem, a imagem formada não é nítida. Trata-se de uma aberração óptica. As aberrações não são consequências de qualquer defeito da lente, ou do espelho, mas apenas o resultado da aplicação das leis da refração e da reflexão às superfícies esféricas. Uma das aberrações mais comuns é caracterizada quando os raios que atingem a lente em pontos afastados do eixo são muito mais refratados do que aqueles que atingem a lente nas vizinhanças do eixo, fazendo que nem todos os raios sejam focalizados em um único ponto. Esse tipo de aberração óptica é denominado aberração

- A curvatura de campo.
- B cromática.
- C distorção.
- D coma.
- E esférica.

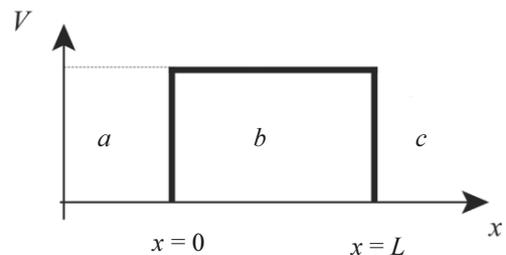
Texto para as questões de 43 a 45

Considere os seguintes modelos.

- 1 Partícula livre.
- 2 Partícula presa em uma caixa unidimensional: uma partícula de massa m confinada em uma região entre $x = 0$ e $x = L$, não sujeita a forças, isto é, $V = 0$. Assume-se que a partícula não pode estar fora desse intervalo. Por hipótese, $V = \infty$ (ilustração conforme figura a seguir).



- 3 Barreira de potencial: uma partícula de massa m com energia E incide sobre uma barreira de potencial de altura constante e largura L (ilustração de acordo com figura abaixo).



QUESTÃO 43

O modelo 2 possui muitas aplicações práticas, justificando o interesse corrente no seu estudo. Como exemplo, o mesmo pode representar um elétron livre se movendo dentro de uma molécula comprida e retilínea ou ao longo de um fio bastante fino. A esse respeito, assinale a opção correta.

- A As energias tanto de uma partícula livre como de uma partícula presa em uma caixa são quantizadas.
- B Para cada nível de energia, há uma só autofunção independente, ou seja, os níveis são degenerados.
- C Se uma partícula em uma caixa está no nível de energia de ordem n , o valor médio da componente x de seu momento linear p_x é igual a $\sqrt{\frac{2}{2}} \frac{nh}{L}$, em h que é a constante de Planck.
- D A partícula não pode passar de um lado do ponto central ao outro sem nunca passar pelo ponto central.
- E No limite $L \rightarrow \infty$, o espectro de energia da partícula em uma caixa se aproxima do espectro contínuo, semelhantemente ao espectro de uma partícula livre.

RASCUNHO

QUESTÃO 44

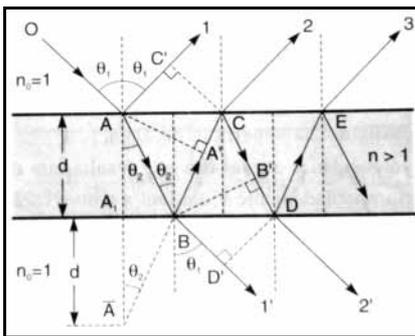
No modelo 3, a partícula pode apresentar um fenômeno relevante em diversas áreas da física, chamado efeito de tunelamento ou efeito túnel. Com relação a esse modelo e ao efeito túnel, julgue os próximos itens.

- I Quanto mais estreita a barreira e(ou) mais próxima estiver a energia E do topo V da barreira, maior será a probabilidade de tunelamento.
- II É possível uma partícula que passa por tunelamento ser encontrada dentro da barreira em vez de em qualquer lado dela, mesmo que sua função de onda seja nula dentro da barreira.
- III Uma partícula alfa, que se encontra na superfície de um núcleo, é capaz de tunelar uma barreira de potencial resultante da ação combinada da força de atração nuclear e da repulsão elétrica da parte restante.

Assinale a opção correta.

- A Apenas o item I está certo.
- B apenas o item II está certo.
- C apenas o item III está certo.
- D Apenas os itens I e III estão certos.
- E Apenas os itens II e III estão certos.

QUESTÃO 45



A figura acima ilustra o esquema de uma lâmina com índice de refração n e espessura d situada no ar ($n_0 = 1$), e um raio incidente OA . Esse raio dá origem a um raio 1 parcialmente refletido e a um raio AB refratado. No ponto B , há uma nova reflexão e uma nova refração parcial, dando origem ao raio transmitido $1'$. Esse processo se repete, embora com diminuição de intensidade a cada reflexão. Dessa forma, surgem os raios refletidos 1, 2, 3, ... assim como os raios transmitidos $1'$, $2'$, $3'$, A figura mostra a interferência de feixes múltiplos conforme descrito anteriormente. Considere que \bar{A} seja a imagem especular do ponto A . Com base nessas informações, julgue os próximos itens.

- I Os caminhos ópticos $[AC']$ e $[A'C]$ são iguais.
- II A diferença de caminho óptico $[2] - [1]$ pode ser calculada por meio da expressão $2nd\cos\theta$.
- III Quando há interferência construtiva para a luz transmitida, a interferência é também construtiva para a luz refletida.

Assinale a opção correta.

- A Apenas o item I está certo.
- B Apenas o item II está certo.
- C Apenas o item III está certo.
- D Apenas os itens I e II estão certos.
- E Apenas os itens II e III estão certos.

QUESTÃO 46

As soluções da equação de Schrödinger para a partícula em uma caixa são expressas da seguinte forma

$$y_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \operatorname{sen}\left(\frac{n\pi x}{L}\right) \quad (n = 1, 2, 3, \dots).$$

Com base nessa informação, julgue os itens a seguir.

- I As funções de onda $y_n(x)$ são ortogonais.
- II As funções de onda $y_n(x)$ são normalizadas.
- III Para cada nível de energia E_n , há uma só autofunção independente, ou seja, os níveis são degenerados.
- IV No limite $L \rightarrow 0$, a posição da partícula fica determinada exatamente, porém o momento linear torna-se completamente indefinido.

Estão certos apenas os itens

- A I e II.
- B II e III.
- C I, II e III.
- D I, II e IV.
- E II, III e IV.

QUESTÃO 47

Acerca da natureza dual da luz, assinale a opção correta.

- A Em uma experiência de fenda dupla, se os elétrons se comportassem apenas como partículas, eles formariam apenas uma faixa sobre o detector.
- B Em uma experiência de fenda dupla, um fóton se comporta como partícula quando ele está sendo emitido por um átomo, ou absorvido por um filme fotográfico ou outros detectores, e comporta-se como uma onda quando está se propagando da fonte para o local onde será detectado.
- C Se um elétron e um próton possuem o mesmo comprimento de onda de Broglie, ambos possuem a mesma velocidade.
- D As incertezas em medidas quânticas têm origem na natureza corpuscular da matéria.
- E Um microscópio eletrônico faz uso prático da natureza corpuscular dos elétrons.

QUESTÃO 48

Uma propriedade da luz, importante e útil, é que ela pode ser polarizada. Com relação à polarização da luz, assinale a opção correta.

- A Uma onda plana monocromática arbitrária pode ser representada como superposição de uma onda elipticamente polarizada direita com uma onda elipticamente polarizada esquerda.
- B Certos cristais, chamados de birrefringentes, dividem a luz não polarizada em dois feixes internos polarizados segundo planos mutuamente perpendiculares. Essa divisão em dois feixes ocorre pois se trata de materiais anisotrópicos.
- C Uma substância opticamente ativa produz uma rotação do plano de polarização de luz circularmente polarizada incidente sobre ela.
- D Os óculos mais apropriados para motoristas de automóveis são aqueles cujos eixos de polarização estão na horizontal.
- E Um único elétron oscilante, acelerado na direção horizontal, emite onda eletromagnética plano polarizada vertical.

QUESTÃO 49

No modelo de efeito fotoelétrico, proposto por Albert Einstein, os elétrons são ejetados de uma superfície metálica a partir da incidência de luz sobre ela. O efeito fotoelétrico pode ser equacionado como

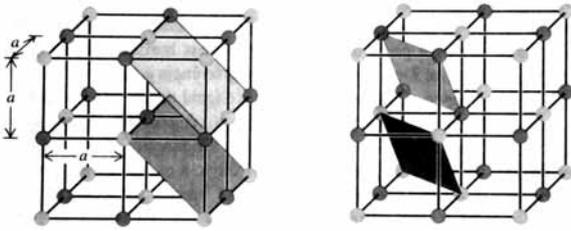
$$h\nu = f + K_m,$$

em que $h\nu$ é a energia do fóton absorvido pelo elétron na superfície do metal, f é a função trabalho e K_m é a energia cinética máxima do elétron fora da superfície. Com base nessas informações, assinale a opção correta.

- A Para frear o elétron ejetado da superfície, deve-se aplicar um potencial elétrico V_0 , de modo que $K_m = eV_0$, sendo e a carga do elétron. Em termos de V_0 , a equação de Einstein fica na forma $V_0 = \left(\frac{e}{h}\right)\nu - \left(\frac{e}{f}\right)$.
- B Por mais intensa que seja, luz infravermelha não produz efeito fotoelétrico.
- C A função matemática referente ao modelo de efeito fotoelétrico é representada por uma reta, em um gráfico de energia *versus* frequência, cujo coeficiente angular depende da natureza da substância iluminada.
- D À época em que foi inicialmente discutido o caráter da luz, onda ou partícula, o efeito fotoelétrico comprovou o caráter ondulatório da luz.
- E A função trabalho f é a energia necessária para se remover um elétron do metal e independe da substância iluminada.

QUESTÃO 50

(a) O espaçamento dos planos é $d = a/\sqrt{2}$ (b) O espaçamento dos planos é $d = a/\sqrt{3}$

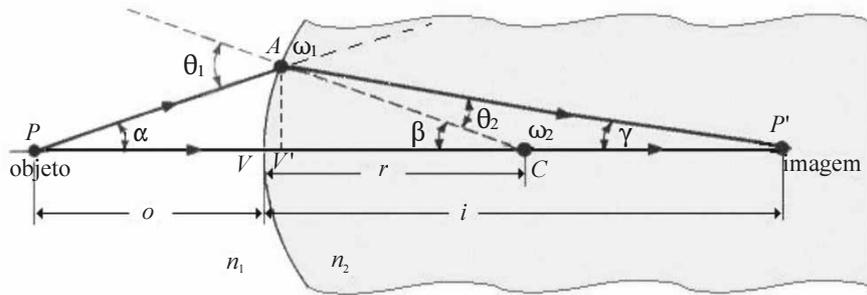


As redes de difração são amplamente empregadas para medir o espectro da luz emitida por uma fonte, em uma das seguintes técnicas: espectroscopia ou espectrometria. Uma dessas técnicas, que é a mais importante ferramenta na investigação da estrutura cristalina de sólidos, é a difração de raios X. As figuras acima ilustram um cristal cúbico de cloreto de sódio, cujo espaçamento entre os átomos adjacentes é dado por $a = 0,28$ nm, e duas famílias de planos cristalinos. Considere o experimento em que um feixe de raios X de comprimento de onda igual a λ incida sobre certos planos atômicos desse cristal de cloreto de sódio que estejam a uma distância d . Para efeitos de cálculo, se necessário, considere $\sqrt{2} = 1,4$ e $\sqrt{3} = 1,7$.

Com base nessas informações, assinale a opção correta.

- Ⓐ O máximo de primeira ordem na reflexão de Bragg ocorre para um ângulo maior quando a difração é produzida pelos planos mostrados na figura (a) do que pelos planos mostrados na figura (b).
- Ⓑ Para a difração produzida pelos planos mostrados na figura (a), se $\lambda = 0,100$ nm, o máximo de quinta ordem estará presente na figura referente à difração.
- Ⓒ Se a razão $\frac{\lambda}{2d}$ for igual a 0,500 ou menos, isso garantirá, no mínimo, duas interferências máximas.
- Ⓓ Independentemente do comprimento de onda utilizado, em qualquer um dos conjuntos de planos, todos os máximos de reflexão de Bragg estarão presentes na figura referente à difração.
- Ⓔ O ângulo de Bragg será o mesmo para qualquer um dos conjuntos de planos.

QUESTÃO 51



Internet: <www.unb.br>

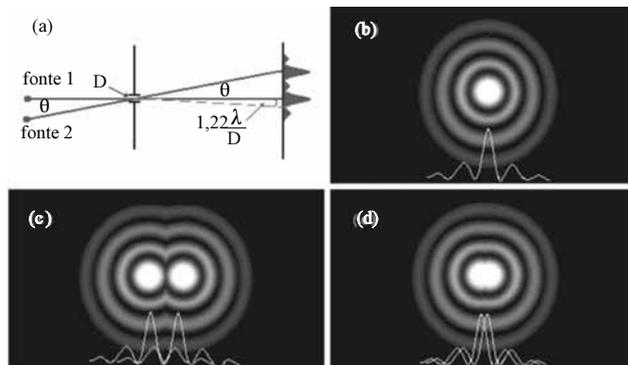
Uma relação que evidencia a dependência entre a distância da imagem (i), a distância do objeto (o), o raio de curvatura (r) e os índices de refração pode ser deduzida pela aplicação da lei de Snell. A geometria do problema é apresentada na figura acima. Pode-se demonstrar

que $\frac{n_1}{o} + \frac{n_2}{i} = \frac{n_2 - n_1}{r}$, que é conhecida como equação para um dióptrico. Com relação a esse sistema óptico e aos conceitos físicos

envolvidos, assinale a opção correta.

- Ⓐ Na dedução da equação para um dióptrico é desnecessário usar a aproximação dos ângulos pequenos, pois as aberrações ópticas para esse sistema são desprezíveis.
- Ⓑ A lei de Snell não é uma consequência do princípio de Fermat, segundo o qual a luz se propaga entre dois pontos no menor tempo possível, sendo este um princípio aplicado somente à lei da reflexão.
- Ⓒ Uma aplicação importante da equação para um dióptrico é a que determina a posição da imagem de um objeto formado por uma lente.
- Ⓓ Se as leis de Snell fossem lineares, ou seja, do tipo $n\theta = \text{constante}$, e não do tipo $n\sin\theta = \text{constante}$, as aberrações ópticas possuiriam caráter mais intenso.
- Ⓔ Se $n_2 = 2n_1$ e $r = o$, então a imagem se formará a uma distância que equivale a $1,5o$.

QUESTÃO 52



Internet: <www.unb.br>

As figuras acima mostram o espectro de difração de Fraunhofer por uma fenda de abertura circular. O espectro de difração de Fraunhofer tem aplicações importantes na resolução de muitos instrumentos ópticos, como, por exemplo, microscópios e telescópios. Com base nessas informações, assinale a opção correta.

- Ⓐ Para um ângulo θ muito maior que $1,22 \frac{\lambda}{D}$, as fontes 1 e 2 são vistas como uma única fonte.
- Ⓑ Com a diminuição do ângulo θ , há uma maior separação das figuras de difração, ficando difícil distinguir entre as duas, conforme a figura (d).
- Ⓒ Para proporcionar aumento do poder de resolução, pode-se aumentar, simultaneamente, o diâmetro D da lente e o comprimento de onda.
- Ⓓ As imagens tendem a se superpor em virtude da difração na abertura da entrada do instrumento.
- Ⓔ O critério de resolução de Rayleigh pode ser aplicado somente em experimentos de uma fenda.

RASCUNHO

QUESTÃO 53

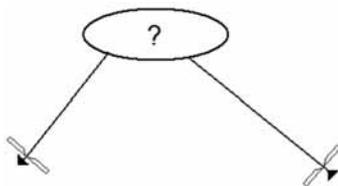
Os detectores térmicos absolutos, desenvolvidos inicialmente por Ångström e Kurlbaum, estão entre os primeiros projetados para um padrão absoluto de medidas de radiação térmica. O princípio de funcionamento desses dispositivos, pode ser, resumidamente, descrito pela

- A comparação entre o aquecimento por radiação ótica com aquele gerado por aquecimento elétrico.
- B medida do tempo necessário para aquecimento de uma massa conhecida de material.
- C medida da variação de temperatura de material conhecido, em certo intervalo de tempo padrão.
- D comparação da temperatura em dois momentos diferentes.
- E medida da variação de aquecimento em função do tempo.

QUESTÃO 54

Considerando que, em um sistema emissor de luz por decaimento espontâneo, a taxa de decaimento dos elétrons entre dois níveis com energias E_1 e E_2 seja proporcional ao número de elétrons excitados no nível de energia mais alto, e que, se não houver mais nenhuma fonte que gere novas excitações, o número de elétrons no nível mais alto irá diminuir, então a quantidade de elétrons excitados, em relação ao tempo, será dada por uma função

- A linear.
- B exponencial.
- C parabólica.
- D hiperbólica.
- E logarítmica.

QUESTÃO 55

Suponha que uma estrutura de um monocromador de Seya-Namioka seja representada pelo esquema mostrado na figura acima. Nesse esquema, o elemento indicado pelo ponto de interrogação é um(a)

- A espelho convexo.
- B espelho côncavo.
- C rede de difração plana.
- D rede de difração côncava.
- E prisma.

QUESTÃO 56

Um tipo de detectores fotovoltaicos consiste nas chamadas junções $p-n$. O princípio de funcionamento de dispositivos desta categoria consiste.

- A no aumento da energia cinética dos elétrons com absorção dos fótons.
- B na mudança do espectro por fótons.
- C na criação de pares elétrons-buracos na vizinhança da junção, pela absorção de fótons.
- D no aumento da difusividade dos átomos.
- E na remoção de barreiras energéticas pela absorção de fótons ocorre com maior frequência que o aumento da difusividade dos átomos.

QUESTÃO 57

Fontes de radiação de corpo-negro podem apresentar um conveniente modo de fornecimento de escalas radiométricas para os usuários. Um aspecto dessas fontes que é útil para calibrações é a

- A emissão em comprimentos de onda definidos.
- B emissão em faixas de comprimentos de onda definidos.
- C energia total emitida.
- D flutuação na energia emitida.
- E temperatura da fonte.

QUESTÃO 58

Em um sistema simples no qual se tem um átomo com dois níveis de energia, o fenômeno de emissão estimulada está associado

- A ao decaimento de um elétron do nível mais alto ao mais baixo como resultado da interação do átomo com um dipolo elétrico devido a um fóton na vizinhança.
- B ao surgimento de diversos elétrons em função do deslocamento simultâneo de um outro elétron ao nível mais alto.
- C ao acúmulo de elétrons devido à liberação de energia não radiativa.
- D ao incremento de elétrons do nível mais baixo para o mais elevado, como consequência da absorção da energia de um fóton incidente.
- E à movimentação dos elétrons por causa dos choques com as paredes do sistema.

QUESTÃO 59

Considerando que o diâmetro de um feixe de *laser* possa ser descrito, de forma simplificada, pela equação

$$w(z) = w_0 \sqrt{1 + \left(\frac{\lambda z}{\pi w_0^2} \right)^2}$$

em que $w(z)$ representa o diâmetro de iluminação do feixe em função da distância z , w_0 é o diâmetro de iluminação na origem e λ , o comprimento de onda do *laser*, e considerando, ainda, distâncias grandes, a função $w(z)$ pode ser simplificada para a expressão

- A $\frac{\lambda z}{\pi w_0^2}$.
- B $w_0 \lambda z$.
- C $\frac{\lambda z}{\pi w_0}$.
- D w_0 .
- E $w_0 \sqrt{\lambda z}$.

QUESTÃO 60

Em uma região de temperatura ambiente, na qual ocorra aumento da temperatura, supondo-se uma mesma corrente de indução, um diodo *laser*.

- A Emitirá em comprimentos de onda mais altos.
- B Emitirá em comprimentos de onda mais baixos.
- C Será insensível ao comprimento de onda emitido.
- D Alterará a polarização da luz emitida.
- E Passará a emitir em mais de uma faixa de comprimentos de onda.

QUESTÃO 61

Acima da frequência de corte, a corrente elétrica gerada em uma célula fotoelétrica irá variar, em função da frequência da luz incidente, de modo

- A linear.
- B exponencial.
- C irregular, não podendo ser definida por uma função matemática elementar.
- D senoidal.
- E quadrático.

RASCUNHO

QUESTÃO 62

Para a maioria das células fotoelétricas, o aumento na temperatura fará que a corrente gerada

- A) cresça linearmente.
- B) diminua linearmente.
- C) cresça exponencialmente.
- D) diminua exponencialmente.
- E) se altere de forma irregular.

QUESTÃO 63

A variação na pressão ambiente pode causar problemas em espectrógrafos à base de prismas. Um dos possíveis problemas causados por esse comportamento da pressão ambiente é a alteração

- A) do arranjo geométrico do equipamento.
- B) das propriedades de prismas, espelhos e redes de difração.
- C) da relação sinal-ruído do equipamento.
- D) da sensibilidade de filmes fotográficos.
- E) do índice de refração do ar.

QUESTÃO 64

Considere que a resolução espectral R pode ser definida pela equação $R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$, em que λ é o comprimento característico da

região em questão e $\Delta\lambda$, a separação mínima entre duas regiões distinguíveis. Para garantir uma boa resolução e medidas confiáveis, devem ser feitos ajustes e correções nos parâmetros empregados nos cálculos, levando-se em conta o espectro em estudo e o ajuste do equipamento. Nesse sentido, considerando aberturas mecânicas abaixo de 0,1 mm, uma importante característica a ser considerada é

- A) o efeito de difração.
- B) a polarização.
- C) a impedância em altas frequências.
- D) a emitância.
- E) o efeito de colimação.

QUESTÃO 65

Uma importante fonte artificial de radiação é a chamada luz síncrotron. Entre outras características essa radiação possui

- A) pouca reprodutibilidade.
- B) grande limitação no espectro de energia acima do visível.
- C) intensidade limitada.
- D) alto grau de polarização.
- E) pouca flexibilidade de ajuste espectral.

QUESTÃO 66

A largura espectral bastante estreita de um *laser* pode ser explicada, de modo simplificado, com base no(a)

- A estrutura de três ou quatro níveis energéticos do sistema.
- B relação entre largura e espessura do sistema.
- C teoria eletromagnética clássica.
- D interação entre fótons e elétrons, como descrita na teoria quântica.
- E relação entre coerência de fase e ruídos na cavidade de ressonância.

QUESTÃO 67

Para algumas regiões do espectro, o uso de dois monocromadores em série produz luz de baixa qualidade. Normalmente, esse problema se deve

- A ao surgimento de luz espúria.
- B à relação sinal-ruído.
- C à difração.
- D à polarização.
- E à dificuldade de calibração do sistema.

QUESTÃO 68

Os espectros de radiação de corpo negro e de radiação síncrotron são fontes de radiação

- A que apresentam larguras de linha bastante estreitas.
- B obtidas por meio de luz polarizada.
- C obtidas a partir de um feixes de luz colimados.
- D mais facilmente ajustadas em laboratório.
- E passíveis de serem calculadas de forma precisa.

QUESTÃO 69

Em um fotocondutor, a sensibilidade de comprimentos de onda é afetada, principalmente,

- A pela relação sinal-ruído do sistema.
- B pela localização, na banda proibida, dos níveis de energia das impurezas.
- C pela temperatura.
- D pelas relações energéticas entre os semicondutores do tipo *p* e tipo *n* usados na junção.
- E pela intensidade da fonte de luz.

QUESTÃO 70

Uma forma de se aumentar o ganho em um fotomultiplicador é pela introdução de uma pequena quantidade de gás inerte dentro do tubo detector. Porém, esse processo tem seu uso dificultado para

- A fontes pulsadas.
- B fontes de baixa intensidade.
- C medidas de luz de baixa qualidade.
- D fontes de alta intensidade
- E medidas na faixa de luz visível.

QUESTÃO 71

Considerando que um objeto seja colocado no ar a 15 cm de uma lente biconvexa simétrica, com índice de refração é igual a 1,25 e sabendo que o raio de curvatura das superfícies convexas da lente é de 5 cm, assinale a opção correspondente à distância, em cm, entre a lente e a imagem.

- A 5
- B 6
- C 10
- D 15
- E 30

QUESTÃO 72

O ponto focal *f* de uma lente fina planoconvexa, com índice de refração *n* e raio de curvatura *r*, no vácuo, é tal que

- A $\frac{1}{f} = \frac{r}{n-1}$.
- B $\frac{1}{f} = n-r$.
- C $\frac{1}{f} = \frac{n-1}{r}$.
- D $\frac{1}{f} = \frac{n-1}{r-1}$.
- E $\frac{1}{f} = \frac{n}{r}$.

QUESTÃO 73

A aproximação paraxial é feita ao se tomar

- A raios de curvatura das lentes muito grandes.
- B ângulos de incidência e de refração da luz muito pequenos.
- C raios de curvatura das lentes muito pequenos.
- D lentes de espessura muito fina.
- E raios de luz incidindo apenas no centro das lentes.

QUESTÃO 74

Considerando que, usando-se uma fonte de luz monocromática, uma figura de difração seja formada a partir de uma fenda simples com 0,1 mm de largura e sabendo que, em um anteparo a 2 m da fenda, a distância entre o máximo central e o primeiro máximo lateral dessa figura de difração é igual a 1,0 cm, então o comprimento de onda da luz incidente, em nm, é igual a

- A 250.
- B 300.
- C 350.
- D 500.
- E 700.

RASCUNHO

QUESTÃO 75

A existência de materiais birrefringentes está associada ao fato de o índice de refração

- A ser sempre maior do que um.
- B depender do comprimento de onda da luz incidente.
- C nunca poder ser descrito por um número real.
- D poder depender da direção de polarização.
- E ser função da densidade do meio.

QUESTÃO 76

De acordo com o teorema de Babinet, os padrões de difração obtidos a partir de duas figuras complementares serão

- A complementares.
- B diferentes.
- C iguais a menos de um valor constante não nulo.
- D simétricos, porém diferentes.
- E idênticos.

QUESTÃO 77

As aberrações cromáticas acontecem devido

- A à dificuldade de se focalizar todas as cores em um mesmo ponto, por causa da geometria das lentes.
- B a mudanças de intensidade das diferentes cores em função de diferenças de absorção pelas lentes.
- C à dificuldade de se focalizar todas as cores em um mesmo ponto, por causa das diferenças de índice de refração.
- D a distorções nas cores refratadas em relação às cores incidentes.
- E à dificuldade de se focalizar todas as cores em um mesmo ponto, por ser usada nos cálculos mais simples a aproximação paraxial.

QUESTÃO 78

A luz refletida em ângulos (com relação à normal ao meio) superiores ao ângulo de Brewster se caracteriza

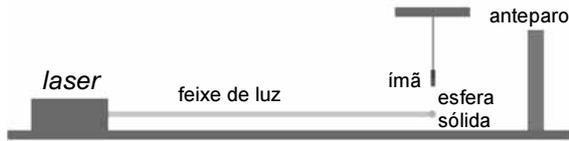
- A por ser parcialmente polarizada.
- B por ser coerente.
- C pela reflexão total.
- D por ser monocromática.
- E por ser totalmente polarizada.

QUESTÃO 79

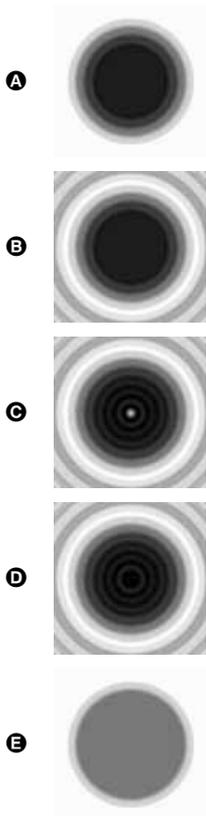
A aberração conhecida por coma está associada ao fato de

- A a luz incidente em ângulos diferentes ter pontos focais diferentes.
- B as distâncias focais efetivas serem diferentes para raios atravessando regiões diferentes fora do eixo da lente.
- C o ponto focal depender da distância do feixe incidente ao centro da lente.
- D variações do índice de refração em meios heterogêneos gerarem pontos focais diferentes.
- E defeitos na geometria da lente gerarem pontos focais diferentes.

QUESTÃO 80



Considerando o esquema da figura acima, na qual o diâmetro do feixe de luz é ligeiramente superior ao da esfera sólida, assinale a opção correspondente à melhor imagem que se formará no anteparo.



QUESTÃO 81

Se, ao incidir luz vermelha sobre certo material, não forem gerados fotoelétrons, mas, ao incidir luz azul, nas mesmas condições, fotoelétrons forem detectados, então, ao se iluminar esse material com luz verde nas mesmas condições referidas, com os outros feixes referidos,

- A se forem gerados fotoelétrons, estes terão energia cinética menor do que aquela obtida com a luz violeta.
- B se forem gerados fotoelétrons, estes terão energia cinética maior do que aquela obtida com a luz ultravioleta.
- C somente serão gerados fotoelétrons com o aumento da intensidade luminosa.
- D serão gerados fotoelétrons, mesmo com redução da intensidade luminosa.
- E não serão gerados fotoelétrons.

QUESTÃO 82

De acordo com as duas hipóteses fundamentais de Planck para explicar os experimentos de corpos negros,

- A os elétrons têm comportamento ondulatório e os fótons têm comportamento corpuscular.
- B a luz é composta de pacotes discretos e sua energia é dada pela equação $E = hv$.
- C os elétrons percorrem órbitas circulares em torno dos núcleos e sua energia é quantizada.
- D a luz tem caráter corpuscular, mas também caráter ondulatório.
- E a luz apresenta propriedades de polarização e sua energia é dada por $E = hv$.

QUESTÃO 83

Na montagem experimental padrão do efeito Compton, quanto maior for o ângulo (relativamente à direção do feixe incidente) em que se medem os fótons espalhados, maior será a quantidade de fótons com

- A menor energia, com relação aos fótons incidentes, e, portanto, maior será o comprimento de onda.
- B maior energia, com relação aos fótons incidentes, e, portanto, menor será o comprimento de onda.
- C menor energia, com relação aos fótons incidentes, e, portanto, menor será o comprimento de onda.
- D maior energia, com relação aos fótons incidentes, e, portanto, maior será o comprimento de onda.
- E mesma energia dos fótons incidentes, porém menor será o comprimento de onda.

QUESTÃO 84

Em uma medição realizada com aparelho de escala analógica, a incerteza no último algarismo significativo da medida é devida

- A ao limite na resolução instrumental do aparelho.
- B a erros em função da paralaxe.
- C a incertezas decorrentes de efeitos de calibração.
- D a efeitos de dilatação térmica.
- E à flutuação estatística do desvio relativo.

QUESTÃO 85

Considere um voltímetro analógico que tenha a menor divisão entre duas marcações consecutivas igual a 0,2 V e cuja espessura do ponteiro montado na escala seja adequada para a realização de medidas precisas. Nesse caso, uma estimativa correta para o erro de medições realizadas com esse instrumento é

- A 1 V.
- B 0,5 V.
- C 0,4 V.
- D 0,2 V.
- E 0,1 V.

RASCUNHO

QUESTÃO 86

Um osciloscópio ideal apresenta

- A** impedância de entrada nula.
- B** impedância de entrada infinita.
- C** frequência de gatilhamento infinita.
- D** frequência de gatilhamento de 55 kHz.
- E** ganho nulo em baixas frequências.

QUESTÃO 87

Grandezas radiométricas e fotométricas são utilizadas como medidas ópticas em diferentes situações, sendo possível estabelecer relações entre esses dois conjuntos de grandezas. A grandeza radiância corresponde

- A** ao fluxo de energia por comprimento de onda.
- B** ao fluxo de energia por unidade de volume.
- C** ao fluxo de energia por unidade de ângulo sólido.
- D** à densidade superficial do fluxo de energia por unidade de ângulo sólido.
- E** à densidade superficial do fluxo de energia por comprimento de onda.

QUESTÃO 88

A grandeza iluminância

- A** corresponde ao fluxo de energia por unidade de ângulo sólido e depende do comprimento de onda.
- B** corresponde ao fluxo de energia por unidade de volume e independe do comprimento de onda.
- C** é o fluxo de energia por unidade de área e depende do comprimento de onda.
- D** independe do comprimento de onda.
- E** independe do fluxo de energia.

QUESTÃO 89

As grandezas radiométricas

- A** são expressas levando-se em conta o comprimento de onda da radiação e o índice de refração do meio de propagação.
- B** tornam-se fotométricas se integradas em um ângulo sólido predeterminado.
- C** são obtidas a partir da correção espacial das grandezas fotométricas.
- D** independem do comprimento de onda da radiação.
- E** são sempre independentes do ângulo sólido.

QUESTÃO 90

As grandezas fotométricas

- A tornam-se radiométricas se integradas em um ângulo sólido predeterminado.
- B são sempre expressas por unidade de área.
- C independem do comprimento de onda da radiação.
- D são sempre dependentes do ângulo sólido.
- E levam em consideração a resposta óptica do olho humano aos diferentes comprimentos de onda.

QUESTÃO 91

Considere que, ao incidir em uma emenda entre duas fibras ópticas, um pulso de *laser* de potência igual a 3 mW sofra atenuação de 0,3 dB. Nesse caso, a potência do pulso a emergir da emenda, em W, será igual a

- A $0,003 \times 10^{-0,03}$.
- B $0,003 \times 10^{0,03}$.
- C $0,03 \times 10^{0,03}$.
- D $0,3 \times 10^{-0,03}$.
- E $0,3 \times 10^{0,03}$.

QUESTÃO 92

LED	fluxo radiante (μW)
1	430
2	430
3	420
4	410
5	430

Considerando a tabela acima, que apresenta dados de uma série de medidas do fluxo radiante de cinco LEDs, todos do mesmo modelo e fornecidos pelo mesmo fabricante, é correto afirmar que o valor médio do fluxo radiante e o desvio padrão, ambos em μW , para essa amostragem de LEDs são iguais, respectivamente, a

- A 420 e 6.
- B 420 e 8.
- C 422 e 6.
- D 424 e 6.
- E 424 e 8.

QUESTÃO 93

Os fotodiodos podem ser utilizados como detectores ópticos. Acerca desses dispositivos, assinale a opção correta.

- A Têm a sua utilização limitada pelo fato de serem relativamente grandes e pesados quando comparados a fotomultiplicadores.
- B Permitem medir potências óticas na faixa de picowatts a miliwatts com o mesmo dispositivo.
- C Requerem circuitos eletrônicos complexos para o processo de medida.
- D Produzem corrente de escuro, a qual é insignificativa, principalmente para sinais com amplitudes muito baixas (próximo de zero).
- E Têm tempo de resposta elevado, da ordem de segundos.

QUESTÃO 94

Considerando que um detector tenha área sensível consistindo de um quadrado de lado 4,00 mm, e que, com esse detector, seja possível medir um fluxo radiante igual $256 \mu\text{W}$, então a irradiância correspondente, em W/m^2 , será igual a

- A $3,50 \times 10^{-3}$.
- B $6,40 \times 10^{-2}$.
- C 16,0.
- D 160.
- E 640.

QUESTÃO 95

A eficiência quântica de um fotodiodo

- A é a mesma para todos os comprimentos de onda da radiação para os quais o fotodiodo é sensível.
- B corresponde à razão entre o número de elétrons gerados e o número de fótons incidentes.
- C corresponde ao produto entre o número de elétrons gerados e o número de fótons incidentes, dividido pela área do fotodiodo.
- D determina o valor da corrente de escuro do fotodiodo.
- E é utilizada como parâmetro para determinar o tamanho do fotodiodo para uma dada aplicação.

QUESTÃO 96

Se a taxa de incidência de fótons emitidos por um *laser* que chegam a um fotodiodo é de $1,0 \times 10^{15}$ fótons por segundo e a leitura de corrente no fotodiodo é $32 \mu\text{A}$, então a eficiência quântica desse fotodiodo, em %, para essa situação em questão, é de

- A 1.
- B 2.
- C 10.
- D 20.
- E 50.

QUESTÃO 97

Considerando que o fluxo radiante (F) emitido por um LED, em função da corrente (i) nele aplicada, é dada pela relação $F(i) = \ln(i + 1)$, em que i é medido em μA e F , em mW, se aplicar, nesse LED, uma corrente igual a $3,0 \pm 0,2 \mu\text{A}$, então, a incerteza na medida do fluxo radiante, em mW, será de

- A 0,05.
- B 0,07.
- C 0,2.
- D 0,5.
- E 0,7.

RASCUNHO

QUESTÃO 98

As fotomultiplicadoras

- A são, em geral, muito menores que os fotodiodos.
- B não requerem, para sua operação, aplicação de altas tensões.
- C são aplicadas apenas a medidas de fontes muito intensas, pois têm baixa sensibilidade.
- D são detectores fotoemissivos.
- E são detectores fotocondutores em que o sinal é medido em um amperímetro.

QUESTÃO 99

A luminância (L), em candelas/m², detectada por um fotodiodo está relacionada à corrente (i), em amperes, por $L(i) = 65 \times 10^5 i$. Nesse caso, sabendo-se que o amperímetro digital usado para medição tem imprecisão de 1% na leitura da corrente, é correto afirmar que a luminância correspondente a uma leitura de 8,0 μ A, em candelas/m², é de

- A $8,0 \pm 0,8$.
- B $5,2 \pm 0,1$.
- C 52 ± 1 .
- D 520 ± 10 .
- E 800 ± 8 .

QUESTÃO 100

A exatidão na obtenção de uma grandeza medida pode ser melhorada realizando-se a mesma medida diversas vezes. Os resultados obtidos e seus erros podem ser alterados por diversos aspectos do processo de medida. Acerca desses aspectos, assinale a opção correta.

- A O desvio padrão da média caracteriza a dispersão das medidas e não pode ser reduzido para um dado arranjo experimental.
- B O erro absoluto de uma grandeza medida não pode ser reduzido aumentando-se o número de medidas da grandeza.
- C A incerteza no valor medido de uma dada grandeza é tanto maior quanto maior for o número de medidas que se faz dessa grandeza.
- D As medidas de dispersão servem para caracterizar a presença de erros sistemáticos no processo de medida.
- E A incerteza padrão combinada está relacionada à incerteza na medida de uma grandeza obtida indiretamente.

PROVA DISCURSIVA

- Nesta prova, faça o que se pede, usando os espaços para rascunho indicados no presente caderno. Em seguida, transcreva os textos para o **CADERNO DE TEXTOS DEFINITIVOS DA PROVA DISCURSIVA**, nos locais apropriados, pois **não serão avaliados fragmentos de texto escritos em locais indevidos**.
- Em cada questão, qualquer fragmento de texto além da extensão máxima de **trinta** linhas será desconsiderado. Será desconsiderado também o texto que não for escrito na **folha de texto definitivo** correspondente.
- No **caderno de textos definitivos**, identifique-se apenas no cabeçalho da primeira página, pois **não será avaliado** texto que tenha qualquer assinatura ou marca identificadora fora do local apropriado.

QUESTÃO 1

Considerando que, em várias situações de medidas ópticas, a característica ondulatória da luz se manifesta com mais evidência, redija um texto dissertativo que explicita as características duais da luz e que descreva alguns importantes processos de interação da radiação com a matéria. Em seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ dualidade onda-partícula;
- ▶ efeito fotoelétrico;
- ▶ efeito Compton;
- ▶ exemplo de, ao menos, duas aplicações tecnológicas.

RASCUNHO – QUESTÃO 1

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

QUESTÃO 2

As medidas de radiação de corpo negro marcaram o início de uma nova era na ciência, da escala subatômica a todo o universo conhecido. Além disso, ainda hoje, a radiação de corpo negro continua a ter grande relevância, por exemplo, para medidas de radiação, em particular, na calibração de equipamentos usados nessa área. A solução teórica de Planck para o problema do corpo negro marca a passagem entre duas fases importantes e emprega conceitos cujo entendimento exigiu rupturas com ideias então aceitas já havia algum tempo. Posteriormente, o efeito fotoelétrico foi entendido com base nos postulados de Planck para resolver esse problema. Finalmente, a explicação para o efeito Compton tornou ainda mais claros a natureza e o alcance desses postulados.

Considerando que o fragmento de texto acima tem caráter unicamente motivador, redija um texto dissertativo que discuta as relações entre a radiação de corpo negro, o efeito fotoelétrico e o efeito Compton a partir dos elementos unificadores ligados aos três fenômenos. Ao elaborar seu texto, aborde, necessariamente, os seguintes aspectos:

- ▶ hipóteses usadas por Planck para encontrar a equação com a qual se pode entender os experimentos da radiação de corpo negro;
- ▶ importância dessas hipóteses no entendimento do efeito fotoelétrico;
- ▶ forma de o efeito Compton se integrar aos dois fenômenos anteriores.

RASCUNHO – QUESTÃO 2

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

