



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

CONCURSO PÚBLICO | NÍVEL SUPERIOR

## Prova Objetiva de Conhecimentos Específicos

Leia com atenção as instruções abaixo.

- 1 Confira atentamente o seu caderno de provas objetivas, que é constituído de duas provas, da seguinte forma:  
**Conhecimentos Básicos**, com **30** questões, ordenadas de **1 a 30**.  
**Conhecimentos Específicos**, com **40** questões, ordenadas de **31 a 70**.
- 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:

O descumprimento dessa instrução implicará a anulação das suas provas e a sua eliminação do concurso.

- 3 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**. Confira também o seu nome, o nome e o número de seu cargo/área no rodapé de cada página numerada do 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.
- 4 Não se comunique com outros candidatos nem se levante sem autorização de fiscal de sala.
- 5 Na duração das provas, está incluído o tempo destinado à identificação — que será feita no decorrer das provas — e ao preenchimento da folha de respostas.
- 6 Ao terminar as provas, chame o fiscal de sala mais próximo, devolva-lhe a sua folha de respostas e deixe o local de provas.
- 7 A desobediência a qualquer uma das determinações constantes em edital, no caderno de provas ou na folha de respostas poderá implicar a anulação das suas provas.

### OBSERVAÇÕES

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

Nas questões de 31 a 70, marque, para cada uma, a única opção correta, de acordo com o respectivo comando. Para as devidas marcações, use a **folha de respostas**, único documento válido para a correção das suas provas.

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

### QUESTÃO 31

Considere que o orbital eletrônico para o nível de energia fundamental do átomo de hidrogênio tenha densidade de probabilidade radial

dada pela expressão  $p(r) = \frac{4}{a^3} r^2 e^{-\frac{2r}{a}}$ , em que  $a$  é uma constante e  $r$  é

a distância entre o elétron e o núcleo do átomo. Nesse caso, o máximo de  $p(r)$  que ocorre para  $r$  é igual a

- A  $\frac{a}{2}$ .
- B  $a$ .
- C  $\frac{a}{4}$ .
- D  $2a$ .
- E  $a^2$ .

### QUESTÃO 32

Nas ligações iônicas, como no caso do NaCl, a lei de Gauss da eletrostática permite calcular a energia de Coulomb de ligação dos íons de carga unitária. Assim, supondo-se que os núcleos dos íons de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  estejam separados por  $2,56 \times 10^{-10}$  m, que a carga fundamental seja igual a  $1,6 \times 10^{-19}$  C, que  $1$  e  $V$  seja igual a  $1,6 \times 10^{-19}$  J e que  $1/(4\pi\epsilon_0) = 9,6 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ , a energia do Coulomb de ligação desses íons é igual a

- A  $-9,6$  eV.
- B  $-6,0$  eV.
- C  $-5,4$  eV.
- D  $-4,3$  eV.
- E  $-2,8$  eV.

### QUESTÃO 33

O magnéton de Bohr é uma constante com valor igual a  $5,788 \times 10^{-5}$  eV/T. Para o estado de energia  $n = 3$ , um valor possível para o momento magnético de *spin* é

- A  $11,57 \times 10^{-5}$  eV/T.
- B  $5,788 \times 10^{-5}$  eV/T.
- C  $2,894 \times 10^{-5}$  eV/T.
- D  $1,447 \times 10^{-5}$  eV/T.
- E  $-1,447 \times 10^{-5}$  eV/T.

### QUESTÃO 34

A equação de Schrödinger independente do tempo apresenta uma das soluções mais interessantes para o problema da barreira de potencial, principalmente pela possibilidade que oferece de penetração da barreira, fenômeno denominado tunelamento quântico. Com relação à taxa de tunelamento, assinale a opção correta.

- A Essa taxa é sensível, por exemplo, à diferença de energia e à largura da barreira.
- B O tunelamento é usualmente expresso na forma de um decaimento do tipo  $\frac{1}{x}$ , em que  $x$  é a largura da barreira.
- C Quanto mais massiva for a partícula confinada, maior será a taxa de tunelamento.
- D A taxa de tunelamento independe da altura do potencial, dependendo apenas da largura da barreira.
- E A taxa de tunelamento independe da massa da partícula confinada.

### QUESTÃO 35

A equação de Schrödinger foi deduzida pela primeira vez em 1926, marcando o nascimento da mecânica quântica. A respeito dessa equação e de suas soluções, assinale a opção correta.

- A Suas soluções têm como significado a probabilidade de um evento.
- B Em sua formulação, já está incorporada a noção de espaço-tempo, trazida da teoria da relatividade de Einstein.
- C Quando escrita na forma independente do tempo, as soluções levam a quantização da energia para estados ligados.
- D Na sua dedução, Schrödinger não utilizou as informações sobre as características ondulatórias da matéria, propostas por de Broglie.
- E Na solução para um poço de potencial parabólico finito, como um oscilador harmônico quântico, não há possibilidade de um espectro contínuo de níveis de energia.

### RASCUNHO

**QUESTÃO 36**

Em relação aos números quânticos do átomo de hidrogênio, é correto afirmar que

- A há limite para o número de valores permitidos para os estados de energia.
- B o número quântico ligado ao momento angular orbital pode assumir valores negativos.
- C estados de mesmo número quântico principal podem ter mais de 2 valores para o número de *spin*.
- D o número de valores permitidos para o momento angular de *spin* independe do estado de energia.
- E para determinado estado  $n$  de energia, há  $2(n - 1) + 1$  valores permitidos para o momento angular orbital.

**QUESTÃO 37**

Considerando-se que a energia do estado  $n = 1$  do átomo de hidrogênio seja de 13,6 eV, o número máximo de valores permitidos para o número quântico associado ao momento magnético orbital  $m_l$  para um estado de energia igual a 0,85 eV é

- A 3.
- B 4.
- C 5.
- D 6.
- E 7.

**QUESTÃO 38**

Acerca das moléculas que apresentam ligações covalentes, é correto afirmar que

- A tais moléculas são sempre polares.
- B os ângulos entre os átomos é informação irrelevante, diferentemente do caso das ligações iônicas.
- C átomos de igual eletronegatividade não podem formar moléculas de ligação covalentes.
- D compostos cujas moléculas apresentam ligações covalentes podem se apresentar nos estados sólido, líquido e gasoso.
- E nesse tipo de ligação, um elétron é compartilhado entre os núcleos, de forma que esse elétron passa a ocupar um orbital comum.

**QUESTÃO 39**

A espectroscopia atômica mostra que o átomo de hidrogênio apresenta transição hiperfina. A respeito desse fenômeno quântico, é correto afirmar que

- A tal fenômeno decorre do fato de elétrons e prótons apresentarem *spin*.
- B a transição hiperfina apresenta amplo espectro contínuo de energia.
- C a transição é decorrente da interação entre o momento angular orbital de um elétron e do núcleo atômico.
- D elétrons excitados possuem momento angular orbital distinto e, por isso, os níveis de energia para a transição hiperfina serão distintos.
- E a transição hiperfina acontece porque os campos magnéticos externos distorcem os orbitais atômicos dos átomos e, por conseguinte, a energia de transição pode assumir novos valores.

**QUESTÃO 40**

Considerando as soluções da equação de Schrödinger para um poço de potencial quadrado finito e para um poço de potencial quadrado infinito, é correto afirmar que,

- A seja no caso do poço de potencial quadrado finito ou no caso do poço de potencial infinito, a energia potencial da partícula no interior do poço não é nula, sendo de fato uma fração significativa da energia cinética.
- B apesar de ser amplamente estudado, não há casos na natureza onde a aproximação por um poço de potencial quadrado infinito forneça uma fenomenologia aproximada razoável.
- C para o confinamento de uma partícula em um poço de potencial quadrado finito, a condição de  $E > V_0$ , em que  $E$  é a energia da partícula e  $V_0$  é o valor do potencial nas bordas do poço, deve ser garantida.
- D em um poço de potencial quadrado infinito, a partícula pode ter energia total nula. Esta será chamada energia de ponto zero.
- E em um poço de potencial quadrado infinito, é possível confinar partículas com qualquer energia.

**RASCUNHO**

## QUESTÃO 41

Considerando que os vetores primitivos de uma rede hexagonal podem ser escritos como  $a_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \hat{a}i + \frac{a}{2} \hat{j}$ ,  $a_2 = -\frac{\sqrt{3}}{2} \hat{a}i + \frac{a}{2} \hat{j}$  e  $a_3 = c\hat{k}$ , em que  $a$  e  $c$  são constantes e  $\hat{i}$ ,  $\hat{j}$  e  $\hat{k}$  são vetores unitários ortogonais, é correto afirmar que o volume da célula primitiva é dado por

- A  $ca^2$ .  
 B  $\frac{\sqrt{3}}{2}ac^2$ .  
 C  $\frac{\sqrt{3}}{2}ca^2$ .  
 D  $\frac{2}{\sqrt{3}}ac^2$ .  
 E  $\frac{3}{2}ac^2$ .

## QUESTÃO 42

Ao ser espalhado por um material cristalino, os raios X podem formar padrões visíveis de difração descritos pela lei de Bragg. Considerando essa lei, assinale a opção correta.

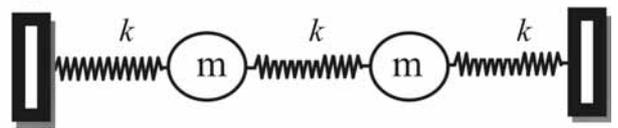
- A Padrões visíveis de difração de raios X surgem somente quando os raios X que incidem sobre um monocristal estacionário possuem distribuição contínua de comprimento de onda.  
 B Padrões visíveis de difração de raios X surgem somente quando raios X monocromáticos incidem sobre um monocristal estacionário.  
 C Padrões visíveis de difração de raios X surgem sempre, independentemente de os raios X serem monocromáticos ou não.  
 D Padrões visíveis de difração de raios X surgem sempre, independentemente de os materiais serem monocristalinos ou na forma de pó.  
 E A maneira como o comprimento de onda e o ângulo de incidência variam distingue os três principais métodos de difração: métodos de Laue, cristal rotativo e pó. Padrões visíveis de difração de raios X surgem, no método do pó, quando a amostra é mantida estacionária e o comprimento de onda é variado.

## QUESTÃO 43

Existem na natureza muitos elementos que se cristalizam na estrutura cúbica, a qual pode ser dividida em cúbica simples (CS), cúbica de face centrada (CFC) e cúbica de corpo centrado (CCC). Considerando  $a$  o parâmetro de rede, assinale a opção correta, com relação às redes cristalinas cúbicas.

- A O volume da célula primitiva de uma rede CFC é  $\frac{a^2}{4}$ .  
 B O número de primeiros vizinhos em uma rede CCC é 6.  
 C A distância entre os primeiros vizinhos em uma rede CFC é  $\frac{a}{2}$ .  
 D O número de pontos por unidade de volume de uma rede CFC é  $\frac{4}{a^2}$ .  
 E A distância entre os segundos vizinhos em uma rede CS é  $\frac{a}{\sqrt{2}}$ .

## QUESTÃO 44



A figura acima descreve a situação em que dois objetos de massas iguais a  $m$ , estão acoplados por molas de constantes elásticas  $k$ , também iguais. Assinale a opção que descreve corretamente os modos normais de vibração desse sistema.

- A  $\omega_1 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$  e  $\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ .  
 B  $\omega_1 = \sqrt{\frac{2k}{m}}$  e  $\omega_2 = \sqrt{\frac{k}{m}}$ .  
 C  $\omega_1 = \sqrt{\frac{m}{k}}$  e  $\omega_2 = \sqrt{\frac{2m}{k}}$ .  
 D  $\omega_1 = \omega_2 = \sqrt{\frac{3k}{m}}$ .  
 E  $\omega_1 = \omega_2 = \sqrt{\frac{2k}{m}}$ .

## RASCUNHO

**QUESTÃO 45**

Todos os materiais apresentam um grande número de defeitos e(ou) imperfeições em suas estruturas cristalinas. A natureza favorece a presença espontânea deles, pois isto pode reduzir a energia livre da estrutura. As imperfeições e(ou) defeitos cristalinos são classificados em três classes: imperfeições de ponto, imperfeições de linha, imperfeições de superfície. Considerando essas informações, assinale a opção correta.

- A** Defeito Schottky surge quando um átomo se transfere de um sítio da rede até uma posição intersticial.
- B** Defeito Frenkel é um defeito classificado como linear.
- C** Uma discordância é um defeito cristalino classificado como superficial, no qual diversos átomos estão desalinhados, provocando distorção na estrutura cristalina.
- D** A solução sólida é obtida com a adição intencional de outros elementos (elementos de liga) no metal solvente. Para haver estabilidade da liga, a valência do elemento adicionado deve ser maior que a do solvente.
- E** Os defeitos de linha são imperfeições que causam distorção da rede cristalina em torno de uma linha e caracterizam-se por envolver um plano extra de átomos.

**QUESTÃO 46**

Banda de energia é o conjunto dos níveis de energia que os elétrons em um sólido podem ocupar. Com relação a esse assunto, assinale a opção correta.

- A** Banda de valência é a última banda de energia ocupada por elétrons. A denominação dessa banda está associada ao fato de esse orbital atômico definir a valência do elemento químico.
- B** A banda de valência é o nível energético permitido imediatamente abaixo da banda de condução. Por estarem fracamente ligados, os elétrons presentes nessa região são considerados elétrons livres, podendo, portanto, se movimentar no material, gerando corrente elétrica.
- C** Uma vez que as bandas de energias são formadas por superposição de orbitais eletrônicos que se estendem por todo o sólido, é correto afirmar que, para haver condução, basta que a banda de energia esteja totalmente ocupada por elétrons.
- D** Os compostos moleculares em que as bandas de condução e de valência estão parcialmente sobrepostas, fazendo com que alguns elétrons de valência se situem também na banda de condução e, portanto, são elétrons livres, tornando o material condutor, são denominados materiais metálicos.
- E** Nos materiais semicondutores, a condução da corrente elétrica se dá somente pelos elétrons presentes na banda de condução.

**QUESTÃO 47**

Durante os últimos cem anos, os físicos vêm tentando elaborar modelos simples dos diferentes estados metálicos para explicar de forma qualitativa e quantitativa as diferentes propriedades dos metais. Muitos dos modelos iniciais, embora incorretos em certos aspectos, continuam válidos quando devidamente usados, sendo suporte para físicos que estudam o estado sólido. Um exemplo desses modelos, que descreve o fenômeno de condução nos metais, foi desenvolvido no fim do século dezenove pelo físico alemão P. Drude (1863-1906). Este modelo é conhecido como modelo de elétron livre (MEL) ou modelo de Drude. Considerando o MEL e assuntos correlatos, assinale a opção correta.

- A** Algumas das considerações básicas do MEL é considerar que, entre uma colisão e outra, as forças de interação elétron-elétron são desprezíveis e que as forças de interação elétron-íon não são desprezíveis.
- B** No MEL, a energia potencial do sistema tem papel fundamental na descrição dos fenômenos estudados.
- C** A omissão da interação elétron-elétron entre as colisões é denominada aproximação do elétron independente.
- D** O MEL prediz que a capacidade calorífica dos metais deve ser aproximadamente igual à dos isolantes.
- E** O MEL prediz, com sucesso, que a condutividade elétrica depende inversamente da temperatura absoluta.

**QUESTÃO 48**

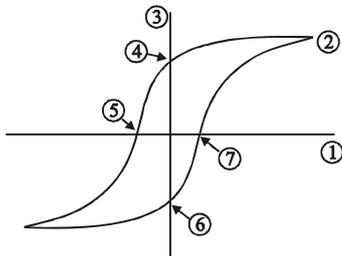
Um diodo é constituído pela junção de dois cristais, um contendo impurezas aceitadoras de elétrons (tipo-p) e outro contendo impurezas doadoras de elétrons (tipo-n). Essa junção é denominada junção p-n. Com relação a esse assunto, assinale a opção correta.

- A** Um dos semicondutores mais utilizados na fabricação de junções p-n é o silício, elemento cujo número de elétrons de valência é igual a 4. Assim, para se fabricar um material tipo-n, a partir do silício, é necessário adicionar elementos com nível de valência inferior ao do silício.
- B** Verifica-se que, quando as duas regiões de uma junção p-n são postas em contato, ocorre considerável fluxo de elétrons entre elas, de modo a se estabelecer o equilíbrio eletrostático. Uma vez atingido esse equilíbrio, o fluxo de carga entre as duas regiões vai a zero muito rapidamente.
- C** O excesso de elétrons das impurezas doadoras faz com que o material a ser dopado tipo-n fique negativamente carregado.
- D** A largura da região de depleção não depende do campo elétrico aplicado.
- E** Quando a junção p-n for polarizada reversamente, haverá corrente devido aos portadores minoritários gerados pela temperatura diferente de zero.

**QUESTÃO 49**

O magnetismo está intimamente ligado ao movimento dos elétrons nos átomos, pois carga em movimento gera campo magnético. O número e a maneira como os elétrons estão organizados nos átomos constituintes dos diversos materiais explicam o comportamento das substâncias quando sofrem influência do campo magnético de determinada substância. Com relação a esse tema, assinale a opção correta.

- A Uma vez que a magnetização é definida como a quantidade de momento magnético por unidade de volume do material, é correto afirmar que, para haver magnetização, basta que o material tenha momentos magnéticos diferentes de zero.
- B Existem três grandezas importantes para a descrição macroscópica do magnetismo na matéria: o campo magnético  $H$ , a indução magnética  $B$  e a magnetização  $M$ . No vácuo, a relação entre essas grandezas é dada por  $B = \mu_0(H + M)$ , em que  $\mu_0$  é a permeabilidade magnética do vácuo.
- C Os materiais paramagnéticos são caracterizados por uma susceptibilidade positiva que varia linearmente com a temperatura.
- D Os materiais ferromagnéticos são caracterizados pela ordem magnética espontânea abaixo de determinada temperatura crítica, e pela dependência linear da susceptibilidade com o inverso da temperatura.
- E A temperatura de Curie ( $T_c$ ) é a temperatura acima da qual desaparece a ordem magnética espontânea. Ela determina a separação da fase paramagnética desordenada, em que  $T < T_c$ , da fase ordenada ferromagnética, em que  $T > T_c$ .

**QUESTÃO 50**

A figura acima mostra uma curva típica de histerese magnética de um material ferromagnético. Assinale a opção que descreve corretamente os principais estágios do progresso de magnetização/desmagnetização, na sequência numérica que aparece na figura.

- A 1 – indução magnética; 2 – remanência; 3 – campo magnético; 4 – saturação; 5 – coercividade; 6 – saturação; 7 – coercividade
- B 1 – indução magnética; 2 – saturação; 3 – campo magnético; 4 – remanência; 5 – coercividade; 6 – remanência; 7 – coercividade
- C 1 – campo magnético; 2 – saturação; 3 – indução magnética; 4 – coercividade; 5 – remanência; 6 – coercividade; 7 – remanência
- D 1 – campo magnético; 2 – saturação; 3 – indução magnética; 4 – remanência; 5 – coercividade; 6 – remanência; 7 – coercividade
- E 1 – coercividade; 2 – saturação; 3 – remanência; 4 – remanência; 5 – campo magnético; 6 – indução magnética; 7 – coercividade

**QUESTÃO 51**

Lentes são utilizadas para observar detalhes a grandes distâncias (telescópios) e, também, detalhes muito pequenos (microscópios). Acerca das lentes de vidro e da formação de imagens utilizando luz visível, assinale a opção correta.

- A Lentes convexas não formam imagens virtuais.
- B Imagens reais sempre podem ser projetadas em anteparos.
- C A distância focal de uma lente depende exclusivamente de sua forma.
- D Uma lente convexa sempre direciona raios paralelos para um ponto focal.
- E Imagens reais sempre se localizam do mesmo lado da lente onde encontra-se o objeto.

**QUESTÃO 52**

Em imagens de microscopia ótica, o uso de luz de um único comprimento de onda permite eliminar o que se denomina

- A astigmatismo.
- B aberração esférica.
- C aberração cromática.
- D aberração geométrica.
- E aberração simétrica.

**QUESTÃO 53**

No que concerne à microscopia de contraste de fase, assinale a opção correta.

- A O contraste da imagem é formado por diferenças de caminho ótico da radiação, ao interagir com a amostra.
- B A variação de índice de refração, ao longo da amostra, não afeta a imagem.
- C A variação de espessura, ao longo da amostra, não afeta a imagem.
- D A radiação incidente interage com a superfície da amostra e é analisada após sofrer reflexão.
- E A formação da imagem pela diferença de contraste de fase não está submetida ao limite de difração.

**Texto para as questões de 54 a 56**

A microscopia de força atômica (MFA) e a de tunelamento possibilitaram um grande avanço para o estudo de superfícies, permitindo a obtenção de informações acerca de arranjos atômicos e estruturais de diversos materiais.

**QUESTÃO 54**

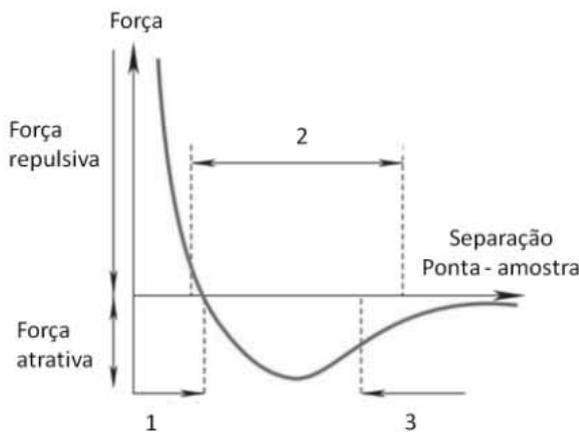
A corrente de tunelamento em uma varredura por microscopia de tunelamento

- A depende da frequência de vibração da ponta.
- B independe do material que compõe a amostra.
- C independe da distância ponta-amostra.
- D depende do tipo de material que compõe a ponta.
- E independe da tensão aplicada entre a ponta e a amostra.

**QUESTÃO 55**

A MFA, referida no texto, é utilizada, principalmente, para estudar a topografia da amostra. A respeito da MFA, assinale a opção correta.

- A** A resolução da imagem depende do tamanho da ponta utilizada na medida.
- B** A imagem topográfica é formada a partir da variação da frequência natural de vibração da ponta.
- C** A frequência natural de vibração da ponta é diretamente proporcional ao comprimento da alavanca.
- D** Para imagens com detalhes pequenos, é recomendável utilizar pontas de baixo fator de qualidade.
- E** A topografia de amostras duras é determinada com maiores detalhes utilizando-se pontas macias.

**QUESTÃO 56**

Internet: <www.ntmdt.com> (com adaptações).

A interação entre a ponta e a amostra é responsável pela formação da imagem de MFA e depende da separação ponta-amostra. A figura acima é uma representação da força entre a ponta e a amostra, em função da separação ponta-amostra. A partir dessa figura e acerca MFA, assinale a opção correta.

- A** A interação de van der Waals entre a ponta e a amostra, em uma imagem de MFA, tem variação inversamente proporcional com a distância ponta-amostra dependendo, ainda, do material da ponta.
- B** O modo de operação 1 é dito não contato e é, ideal para amostras duras, já que a ponta está distante da amostra.
- C** O modo de operação 3 é dito contato intermitente, não sendo indicado para amostras macias, pois há risco de deformação da amostra devido à ponta.
- D** No modo contato intermitente, a ponta é posta para oscilar em frequência próxima à sua frequência natural de vibração.
- E** Em uma única varredura, a ponta sempre passa pelos três regimes de interação para formar a imagem de MFA.

**QUESTÃO 57**

Na microscopia eletrônica de transmissão, a resolução das imagens obtidas depende

- A** da intensidade da corrente de elétrons emitida pelo canhão.
- B** do material do filamento do canhão de elétrons.
- C** da temperatura do filamento do canhão de elétrons.
- D** do potencial de aceleração dos elétrons.
- E** do índice de refração da amostra.

**QUESTÃO 58**

Acerca do microscópio eletrônico de varredura, assinale a opção correta.

- A** O campo magnético que focaliza o feixe de elétrons deve ser ajustado para diferentes potenciais de aceleração do feixe.
- B** A intensidade do brilho na imagem obtida por microscopia eletrônica de varredura depende do campo magnético utilizado no foco do feixe de elétrons.
- C** A profundidade de foco do microscópio eletrônico de varredura é menor que a de microscópios óticos.
- D** A aberração esférica não ocorre no microscópio eletrônico de varredura.
- E** Os elétrons emitidos pela amostra, devido ao feixe de elétrons incidente, têm a mesma energia dos elétrons do feixe.

**QUESTÃO 59**

A escolha da técnica adequada de microscopia depende do tipo de amostra e da informação que se deseja obter. Considerando os diferentes tipos de microscopias, assinale a opção correta.

- A** Grande profundidade de foco em microscopia eletrônica de varredura (MEV) é crucial para o estudo de filmes finos, pois permite maior resolução de imagem.
- B** A elevada profundidade de foco de MEV é obtida por meio da detecção dos elétrons retroespalhados elasticamente.
- C** Em microscopia eletrônica de transmissão (MET), é possível estudar amostras um pouco mais espessas ou elementos químicos mais pesados, aumentando-se o potencial de aceleração dos elétrons.
- D** Em microscópios óticos, metais são usualmente estudados por transmissão de radiação, permitindo imagens com excelente resolução.
- E** É possível aumentar significativamente a profundidade de foco de um microscópio ótico aumentando-se o comprimento de onda da luz utilizada.

**QUESTÃO 60**

Sobre a formação de imagens por difração e por varredura em microscópios eletrônicos, é correto afirmar que

- A** Na imagem por varredura, um feixe fino de elétrons varre a amostra sob a ação de defletores.
- B** Na imagem de varredura, o feixe de elétrons atravessa a amostra para formar a imagem, justificando o uso de amostras finas.
- C** Na imagem formada por difração, os elétrons retroespalhados são coletados por sistema de lentes e projetados em uma tela.
- D** Na imagem obtida por difração, a energia dos elétrons retroespalhados é usada para analisar a estrutura cristalina da amostra.
- E** Na imagem obtida por difração, amostras policristalinas resultam em pontos claros na tela fluorescente.

**QUESTÃO 61**

Acerca das características dos raios X, emitidos por tubo catódico, assinale a opção correta.

- A O feixe emitido é monocromático e pulsado.
- B O feixe tem grande coerência espacial e temporal.
- C O feixe é emitido pelo alvo em uma direção bem definida, perpendicular ao feixe de elétrons.
- D A polarização do feixe é elíptica e depende do potencial de aceleração dos elétrons incidentes.
- E A energia máxima dos raios X emitidos será 10 keV, se o potencial de aceleração dos elétrons incidentes no alvo for de 10 kV.

**QUESTÃO 62**

Acerca da geração de raios X, assinale a opção correta.

- A Em um gerador de raios X do tipo tubo catódico, o mínimo de intensidade do feixe ocorre na frequência dos raios X característicos do alvo.
- B Em um gerador de raios X do tipo tubo catódico, dobrar a corrente de elétrons que incidem no alvo dobra o comprimento de onda do raio X emitido.
- C Em um gerador de raios X do tipo tubo catódico, obtém-se apenas emissão de Bremstrahlung, dependendo do material do alvo e da tensão de aceleração dos elétrons.
- D Em um síncrotron, os raios X emitidos não são polarizados, pois o feixe que gera a radiação é incoerente.
- E Em um síncrotron, raios X são gerados ao fazer com que nêutrons relativísticos sofram aceleração ao percorrer uma trajetória circular.

**QUESTÃO 63**

A difração de raios X é uma técnica versátil que permite obter informações acerca do arranjo cristalino dos átomos nos materiais. A respeito dessa técnica, assinale a opção correta.

- A O difratograma de um material tensionado tem picos deslocados quando comparados com o difratograma do material relaxado.
- B Em um experimento de difração de raios X, sempre se utiliza radiação de múltiplos comprimentos de onda.
- C A partir do difratograma de um material, é possível determinar sua simetria cristalina, mas não, as posições ocupadas por diferentes átomos na célula unitária.
- D Dois cristais com o mesmo arranjo cristalino formados por elementos químicos diferentes geram difratogramas iguais.
- E Distorções assimétricas da rede cristalina somente são detectadas em difratogramas se a amostra for um monocristal de qualquer simetria.

**QUESTÃO 64**

O método de Debye-Scherrer, ou difração de pó, permite a obtenção de diversas informações acerca de amostras pulverizadas. Acerca dessa técnica, assinale a opção correta.

- A É fundamental que as amostras analisadas estejam na forma de monocristais.
- B Requer feixe de raios X monocromático plano-polarizado.
- C O padrão de difração em um detector de área corresponde a círculos concêntricos.
- D É insensível a transições de fase, como fusão, já que a amostra está pulverizada.
- E A largura dos picos é diretamente proporcional ao tamanho dos cristalitos da amostra.

**QUESTÃO 65**

Acerca da técnica de Laue, assinale a opção correta.

- A É utilizada para determinar tensões internas em amostras policristalinas.
- B Durante a medida, a amostra é mantida girando com momento angular constante.
- C O feixe de raios X é monocromatizado para ser utilizado na técnica de Laue.
- D A orientação cristalográfica de monocristais pode ser determinada com essa técnica.
- E Não é sensível a duas orientações cristalográficas diferentes presentes em uma mesma face do cristal.

**QUESTÃO 66**

Raios X emitidos pelos materiais podem ser utilizados para determinar a presença desses materiais em amostras, mesmo que em pequenas quantidades. Considerando esse assunto, assinale a opção correta.

- A Segundo a lei de Moseley, quanto mais prótons no núcleo atômico menor a energia dos raios X  $K_{\alpha 1}$  emitidos pelo elemento químico.
- B É necessário que a energia dos raios X que excitarão as emissões seja menor que a da radiação que se queira excitar.
- C A emissão de raios X característicos decorre da transição eletrônica entre camadas do átomo.
- D A emissão de raios X característicos depende diretamente do fator de Lorentz.
- E Raios X característicos identificam variações na parte real do índice de refração dos materiais.

**QUESTÃO 67**

A microsonda tem-se mostrado uma ferramenta importante no estudo de materiais. Acerca desse assunto, assinale a opção correta.

- A** É sensível apenas a grandes concentrações de elementos químicos, especialmente carbono, sendo possível determinar concentrações.
- B** Os raios X característicos emitidos são analisados para se determinar seu comprimento de onda ou sua energia.
- C** Apesar de sua versatilidade, tem como desvantagem a destruição da amostra durante o processo de caracterização.
- D** Consiste em uma fonte de raios X micrométrica que incide na amostra, excitando a emissão de raios X característicos.
- E** Por detectar raios X característicos, a microsonda é sensível apenas às primeiras 10 monocamadas atômicas, sendo considerada uma técnica de superfície.

**QUESTÃO 68**

Considerando os espectrógrafos de energia (EDS) e de comprimento de onda (WDS), assinale a opção correta.

- A** O EDS detecta raios X de uma dada energia de cada vez, sendo necessário varrer o espectro para obter o sinal de todos os elementos presentes.
- B** O EDS é composto por uma grade de difração que gera um padrão de interferência dos raios X, fornecendo um espectro da amostra rapidamente (até 5 min).
- C** O WDS é composto por um cristal usualmente de Si ou Ge e detecta todo o espectro emitido pela amostra, assim que iluminada pela radiação.
- D** O WDS pode ser utilizado para detectar sinais mais fracos que os detectados em EDS, sendo mais recomendado para sondar elementos em altas concentrações.
- E** O WDS tem maior resolução espectral que o EDS, sendo recomendado para resolver picos de emissão de energias próximas (~10 eV).

**QUESTÃO 69**

Desde a descoberta dos nanotubos de carbono, a espectroscopia Raman vem ganhando cada vez mais espaço em laboratórios de pesquisa e de caracterização de materiais. Acerca da espectroscopia Raman, assinale a opção correta.

- A** Os comprimentos de onda da radiação utilizada em Raman são maiores que aqueles utilizados na espectroscopia de infravermelho.
- B** É utilizada para estudar vibrações rotacionais de alta energia (~1000 eV), por meio do espalhamento elástico de fótons.
- C** É importante que a amostra esteja hidratada para que não se aqueça muito devido ao uso do *laser*.
- D** É utilizada exclusivamente para o estudo de estruturas de carbono.
- E** Fornece informações acerca de vibrações internas e interações entre átomos ou ligações moleculares.

**QUESTÃO 70**

Dependendo da energia da interação a ser estudada, a escolha da técnica espectroscópica adequada é fundamental. Acerca da técnica experimental mais adequada, assinale a opção correta.

- A** É ideal que as amostras estudadas por espectroscopia de infravermelho estejam hidratadas, já que a água tem picos de absorção no infravermelho.
- B** A espectroscopia de infravermelho é adequada para estudar transições eletrônicas entre as camadas mais internas dos átomos.
- C** A espectroscopia de ultravioleta-visível (UV-Vis) fornece informações a partir dos fótons emitidos após interagirem inelasticamente com a amostra.
- D** Tanto na espectroscopia de infravermelho quanto na UV-Vis, detectam-se fótons emitidos pela amostra, após excitação.
- E** A espectroscopia de UV-Vis aplica-se ao estudo de interações de maior energia que as estudadas por espectroscopia de infravermelho.