

**Técnico de Laboratório / Microscopia Eletrônica**

**Leia estas instruções:**

1	Confira se os dados contidos na parte inferior desta capa estão corretos e, em seguida, assine no espaço reservado para isso. Caso se identifique em qualquer outro local deste Caderno, você será eliminado do Concurso.
2	Este Caderno contém, respectivamente, <b>uma</b> proposta de Redação e <b>trinta</b> questões de múltipla escolha, de Conhecimentos Específicos.
3	Quando o Fiscal autorizar, confira se este Caderno está completo e se não apresenta imperfeição gráfica que impeça a leitura. Se você verificar algum problema, comunique-o imediatamente ao Fiscal.
4	Na <b>Redação</b> , você será avaliado <b>exclusivamente</b> por aquilo que escrever dentro do espaço destinado ao texto definitivo.
5	Escreva de modo legível. Dúvida gerada por grafia ou rasura implicará redução de pontos.
6	Cada questão apresenta apenas uma resposta correta.
7	Interpretar as questões faz parte da avaliação; portanto, não adianta pedir esclarecimentos aos Fiscais.
8	Utilize, para rascunhos, qualquer espaço em branco deste Caderno e não destaque nenhuma folha.
9	Os rascunhos e as marcações que você fizer neste Caderno não serão considerados para efeito de avaliação.
10	Você dispõe de quatro horas, no máximo, para elaborar, em caráter definitivo, a Redação, responder às questões e preencher a Folha de Respostas.
11	O preenchimento da Folha de Respostas é de sua inteira responsabilidade.
12	Antes de retirar-se definitivamente da sala, devolva ao Fiscal a Folha de Respostas e este Caderno.

Assinatura do Candidato: \_\_\_\_\_

## Prova de Redação

*“A responsabilidade penal dos 18 anos de idade está em vigor no Brasil desde 1940 e é garantia constitucional consagrada na Carta Magna de 1988, com status de cláusula pétrea, portanto insuscetível de modificação sem grave afronta às conquistas democráticas deste país.”*

(Associação Brasileira de Magistrados, Promotores de Justiça e Defensores Públicos da Infância e da Juventude)  
Disponível em: <www.promenino.org.br>. Acesso em: 17 ago 2009.

A redução da idade de responsabilidade criminal, a fim de que menores infratores venham a ser punidos com mais rigor, ainda é alvo de polêmica e muita discussão no Brasil.

Para alguns, isso não impediria que eles continuassem praticando delitos, pois o *Estatuto da Criança e do Adolescente* é muito tolerante. Outros, contrariamente, afirmam que a diminuição da maioridade penal inibiria, e muito, a prática de crimes graves e da violência em geral.

Em breve, o jornal “Debates Contemporâneos” publicará três artigos de opinião. Cada um deles adotará um ponto de vista diferente.

Com o intuito de desencadear o debate, o jornal questiona:

**Será que a redução da maioridade penal intimidaria os menores que pretendem transgredir a lei?**

Um dos articulistas será você. Produza, então, um texto argumentativo no qual você concorde com essa possibilidade ou discorde dela. Se preferir, assuma um posicionamento intermediário (concordância parcial ou discordância parcial).

Obrigatoriamente, o artigo deverá apresentar **dois argumentos** que fundamentem seu ponto de vista. Também deverá atender aos requisitos abaixo:

- estar inserido no espaço destinado à versão definitiva;
- ter um título;
- ser redigido em prosa (e não em versos);
- obedecer ao padrão culto da língua portuguesa (considere as normas ortográficas vigentes até 31/12/2008);
- observar estas delimitações: mínimo de 15 linhas; máximo de 30 linhas.

### **Observação:**

Embora se trate de um artigo de opinião, **NÃO ASSINE O TEXTO** (nem mesmo com pseudônimo).

ESPAÇO DESTINADO À REDAÇÃO DEFINITIVA

Título

1

2

3

4

5

6

7

8



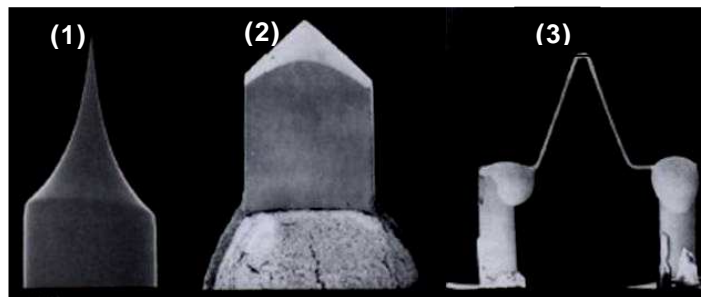
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	

**NÃO assine a Redação.**



## Conhecimentos Específicos ⇨ 01 a 30

01. Em relação ao feixe de elétrons empregado em microscopia eletrônica de varredura, é correto afirmar que ele é gerado
- A) aquecendo-se a altas temperaturas um filamento feito de material com baixa função de trabalho.
  - B) aquecendo-se a altas temperaturas um filamento feito de material com alta função de trabalho.
  - C) resfriando-se com nitrogênio líquido um filamento feito de material com alta função de trabalho.
  - D) resfriando-se com nitrogênio líquido um filamento feito de material com baixa função de trabalho.
02. A figura abaixo ilustra três fontes de elétrons empregadas em microscopia eletrônica de varredura.



A partir de suas geometrias, é correto afirmar que as fontes de elétrons (1), (2) e (3) correspondem, **respectivamente**, a

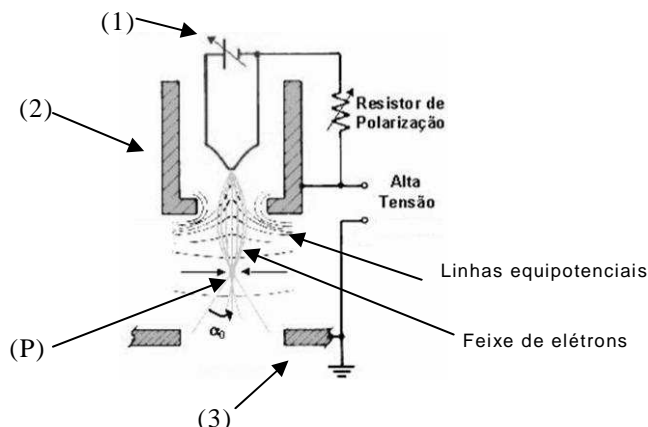
- A) canhão por emissão de campo, tungstênio e hexaboreto de lantânio.
  - B) tungstênio, canhão por emissão de campo e hexaboreto de lantânio.
  - C) canhão por emissão de campo, hexaboreto de lantânio e tungstênio.
  - D) tungstênio, hexaboreto de lantânio e canhão por emissão de campo.
03. Analise as afirmativas abaixo, sobre as fontes de elétrons empregadas em microscopia eletrônica de varredura.

I	O filamento de tungstênio produz maior brilho que o hexaboreto de lantânio e o canhão por emissão de campo.
II	As fontes de tungstênio e de hexaboreto de lantânio são ambas termiônicas, mas a energia necessária para que ocorra emissão termiônica dos elétrons no tungstênio é, aproximadamente, o dobro da necessária no caso do hexaboreto de lantânio.
III	O canhão por emissão de campo é uma fonte termiônica de brilho e resolução mais altos que os das fontes de tungstênio e hexaboreto de lantânio.

Dentre essas afirmativas, **apenas**

- A) I e III. estão corretas.
- B) I e II estão corretas.
- C) III está correta.
- D) II está correta.

Responda às questões 4 e 5 baseando-se na figura abaixo, que ilustra um canhão de elétrons do tipo triodo.



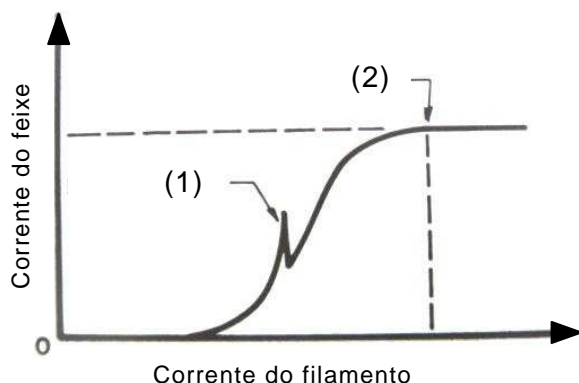
04. As setas numeradas (1), (2) e (3) apontam, **respectivamente**, para os seguintes componentes:

- A) anodo - cilindro de Wehnelt – catodo.
- B) catodo - cilindro de Wehnelt – anodo.
- C) filamento - anodo - cilindro de Wehnelt.
- D) filamento – catodo - cilindro de Wehnelt.

05. O ponto identificado com a letra (P) corresponde ao

- A) diâmetro final do feixe de elétrons cuja densidade de corrente é igual à densidade de corrente de emissão medida no filamento.
- B) ponto de convergência do feixe de elétrons cuja densidade de corrente independe da corrente de emissão medida no filamento.
- C) ponto de convergência do feixe de elétrons cuja densidade de corrente é diretamente proporcional à corrente de emissão medida no filamento.
- D) diâmetro final do feixe de elétrons cuja densidade de corrente independe da densidade de corrente de emissão medida no filamento.

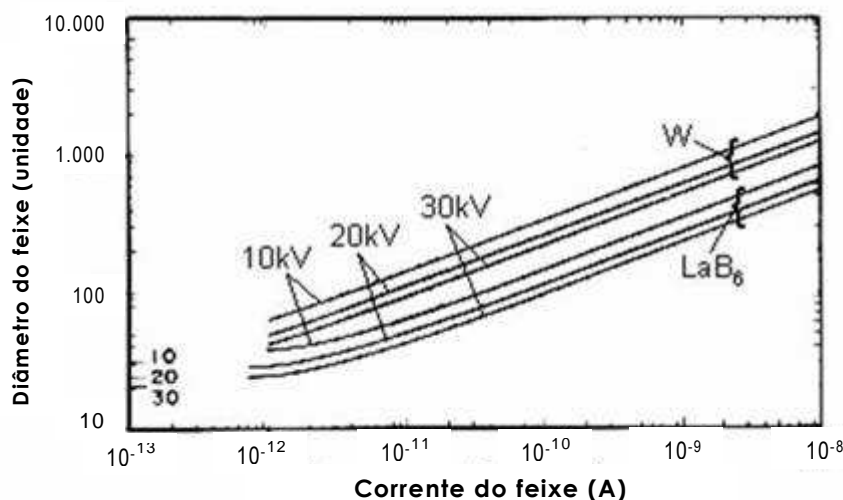
06. A figura abaixo mostra a relação entre a corrente de um feixe de elétrons e a corrente do filamento no ajuste do microscópio eletrônico de varredura para início de operação.



Os pontos (1) e (2) correspondem, **respectivamente**, a

- A) falso pico e ponto de operação.
- B) pico de operação e ponto de saturação.
- C) ponto de convergência e ponto de operação.
- D) falso pico e ponto de convergência.

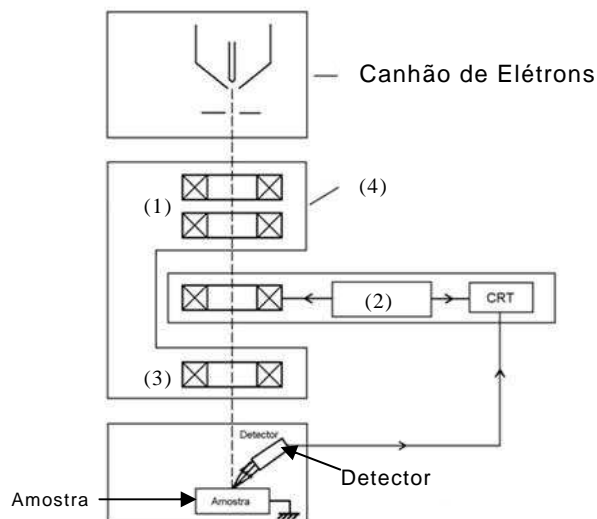
07. A figura abaixo ilustra a relação existente entre a corrente do feixe e o diâmetro final deste para filamentos de tungstênio e hexaboreto de lantânio operando em diferentes voltagens (10 a 30 kV).



A unidade do eixo y dessa figura é

- A) centímetros.
- B) micrômetros.
- C) milímetros.
- D) angstroms.

08. A figura abaixo ilustra, esquematicamente, os principais componentes eletrônicos de um *microscópio eletrônico de varredura*.



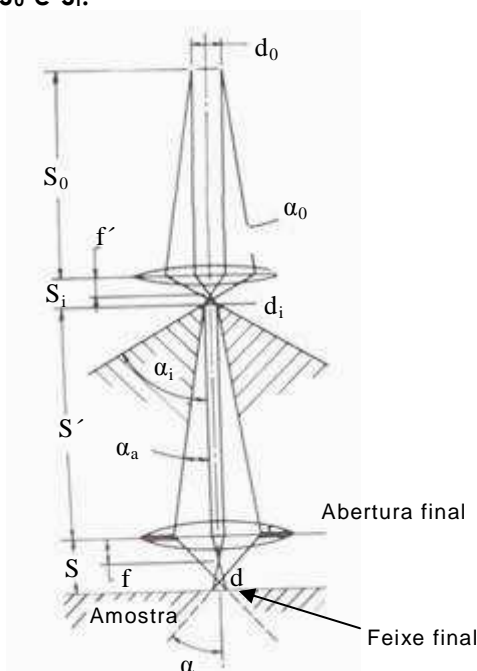
Os componentes identificados com os números (1), (2), (3) e (4) correspondem, **respectivamente**, a

- A) lentes objetivas, sistema de demagnificação, lente condensadora, unidade de varredura.
- B) lentes condensadoras, unidade de varredura, lente objetiva e sistema de demagnificação.
- C) lentes condensadoras, sistema de demagnificação, lente objetiva e unidade de varredura.
- D) lentes objetivas, unidade de varredura, lente condensadora e sistema de demagnificação.



09. O sistema de demagnificação é empregado para ajustar o diâmetro final do feixe ( $d_f$ ) a partir do diâmetro do feixe no ponto de convergência ( $d_0$ ). Em microscopia eletrônica de varredura, faixas de valores para  $d_f$  e para  $d_0$  são representadas, **respectivamente**, por
- 10 a 50  $\mu\text{m}$  e 5 a 200 nm.
  - 5 a 200 nm e 10 a 50  $\mu\text{m}$ .
  - 5 a 10 mm e 5 a 20  $\mu\text{m}$ .
  - 5 a 20  $\mu\text{m}$  e 5 a 10 mm.

Responda às questões 10 e 11 baseando-se na figura abaixo, que ilustra a ótica geométrica de um feixe eletrônico, na coluna de um microscópio eletrônico de varredura, até a formação do feixe final. Considere que a espessura das lentes é desprezível em relação a  $S_0$  e  $S_i$ .



10. A distância focal,  $f'$ , da lente superior e a demagnificação,  $M$ , da lente final são expressas, **respectivamente** por
- $d_0\alpha_0$  e  $1/(S_0S')$ .
  - $(1/S_0) + (1/S')$  e  $(S'/S)$ .
  - $(1/S_0) + (1/S_i)$  e  $(S'/S)$ .
  - $1/(d_0\alpha_0)$  e  $(S_0S')$ .
11. Analise as afirmativas abaixo, sobre uso da abertura final do sistema óptico.

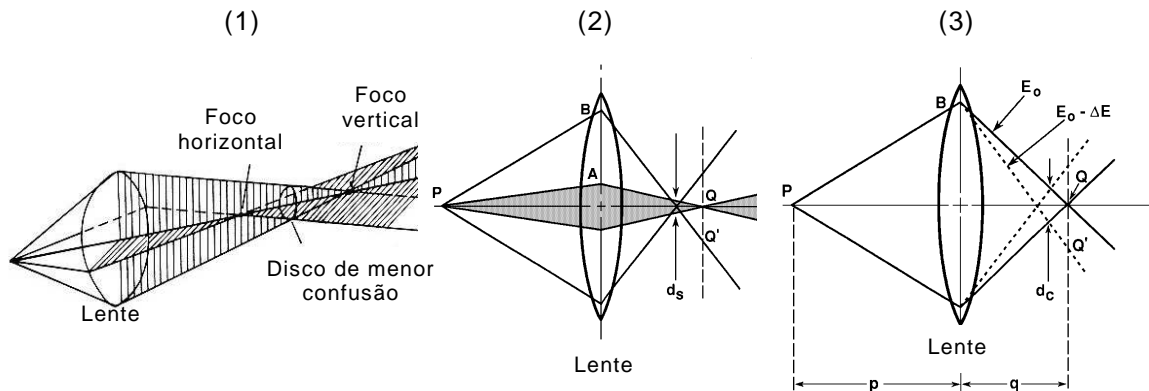
I	O diâmetro da abertura final mede entre 50 mm e 300 mm.
II	A abertura final tem a função de colimar o feixe de elétrons na saída da lente condensadora.
III	O ângulo final de divergência do feixe eletrônico determina a profundidade de foco e está relacionado com o tamanho da abertura final.

Dentre essas afirmativas, **apenas**:

- III está correta.
- II está correta.
- I e II estão corretas.
- I e III estão corretas.



14. Abaixo estão representadas esquematicamente, três das principais aberrações que podem ocorrer nas lentes eletromagnéticas de um microscópio eletrônico de varredura.



As aberrações (1), (2) e (3) correspondem, **respectivamente**, a:

- A) difração de elétrons, aberração esférica e aberração cromática.
- B) astigmatismo, aberração esférica e aberração cromática.
- C) difração de elétrons, aberração cromática e astigmatismo.
- D) astigmatismo, aberração cromática e aberração esférica.

15. Analise as afirmativas abaixo, sobre astigmatismo.

I	Lentes com simetria elíptica podem causar astigmatismo.
II	O astigmatismo diminui o tamanho efetivo do feixe final.
III	O astigmatismo é mais facilmente notado à medida que são empregados aumentos de 10.000 x ou mais.

Dessas afirmativas, **apenas**

- A) I e II estão corretas.
- B) II está correta.
- C) I e III estão corretas.
- D) III está correta.

16. Considere as seguintes afirmativas, em relação à geração de elétrons retroespalhados (EREs) em uma amostra.

I	A geração de EREs é resultado de uma seqüência de colisões elásticas e inelásticas de elétrons do feixe incidente com a amostra.
II	A geração de EREs é resultado de uma seqüência de colisões elásticas de elétrons do feixe incidente com a amostra.
III	A geração de EREs não envolve perda significativa de energia, mas envolve mudanças de direção dos elétrons do feixe incidente na amostra.

Dentre as afirmativas, **apenas**

- A) II e III estão corretas.
- B) I está correta.
- C) I e III estão corretas.
- D) II está correta.

17. Em relação ao coeficiente de retroespalhamento,  $\eta$ , pode-se afirmar que
- A)  $\eta$  aumenta significativamente à medida que a energia do feixe incidente aumenta.
  - B)  $\eta$  diminui à medida que o número atômico médio da amostra aumenta.
  - C)  $\eta$  aumenta com o aumento do ângulo de inclinação (*tilt*) da amostra.
  - D)  $\eta$  é uma constante determinada apenas pela corrente do feixe.

18. Considere que um feixe de elétrons com energia  $E_0$  incide sobre uma amostra. Nesse caso, é correto afirmar que a energia de elétrons secundários

- A) distribui-se entre  $2E_0 / 3$  e  $E_0$ .
- B) é acima de 1 keV.
- C) distribui-se entre  $E_0 / 2$  e  $E_0$ .
- D) é abaixo de 50 eV.

19. Analise as afirmativas abaixo, sobre o volume de interação de um feixe de elétrons com uma amostra.

I	Elétrons secundários são gerados, preferencialmente, a partir de regiões próximas da superfície da amostra.
II	Elétrons secundários são produzidos por colisões de elétrons do feixe incidente com elétrons fortemente ligados aos átomos da amostra.
III	Elétrons retroespalhados são gerados em todo o volume de interação.

Dentre essas afirmativas, **apenas**:

- A) I e III estão corretas.
- B) I está correta.
- C) III está correta.
- D) II e III estão corretas.

20. A interação de um feixe de elétrons com energia  $E_0$  com uma amostra resulta na geração de um espectro de raios-X. Em relação a esse processo, é correto afirmar:

- A) Raios-X contínuos e característicos são gerados durante o espalhamento inelástico do feixe incidente.
- B) Raios-X característicos são gerados pela desaceleração de elétrons do feixe incidente no campo elétrico dos átomos da amostra.
- C) Raios-X contínuos possuem comprimentos de onda típicos da emissão de elétrons das camadas mais internas de átomos da amostra.
- D) Raios-X característicos são gerados com energia que varia entre  $E_0 / 2$  e  $E_0$ .

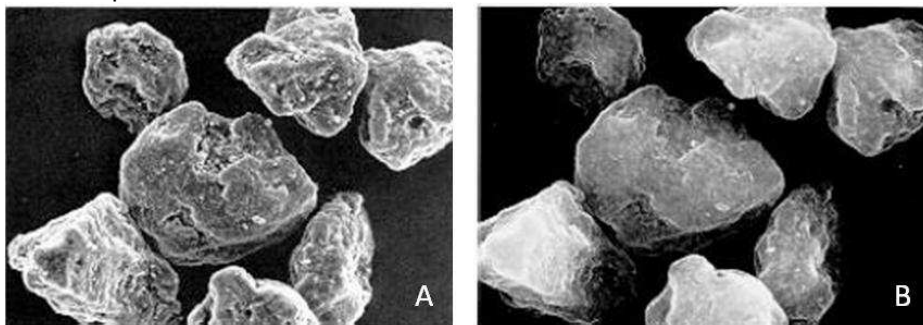
21. Em relação ao volume de interação de um feixe de elétrons com uma amostra, considere as seguintes afirmativas.

I	O volume de interação depende do número atômico médio da amostra.
II	O volume de interação depende da energia do feixe de elétrons.
III	O volume de interação depende do coeficiente de retroespalhamento da amostra.

Dentre as afirmativas, **apenas**

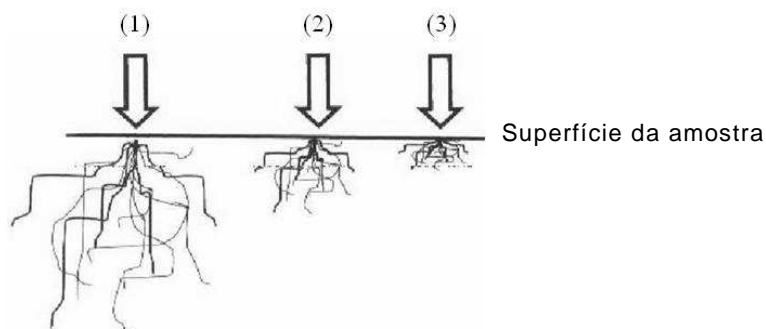
- A) I e II estão corretas.
- B) II está correta.
- C) II e III estão corretas.
- D) III está correta.

22. As imagens abaixo foram geradas com 2.500 x de aumento, a partir de elétrons secundários, observando-se partículas de um material não-metálico de baixo número atômico.



A imagem da figura **A** tem melhor nitidez pois foi gerada

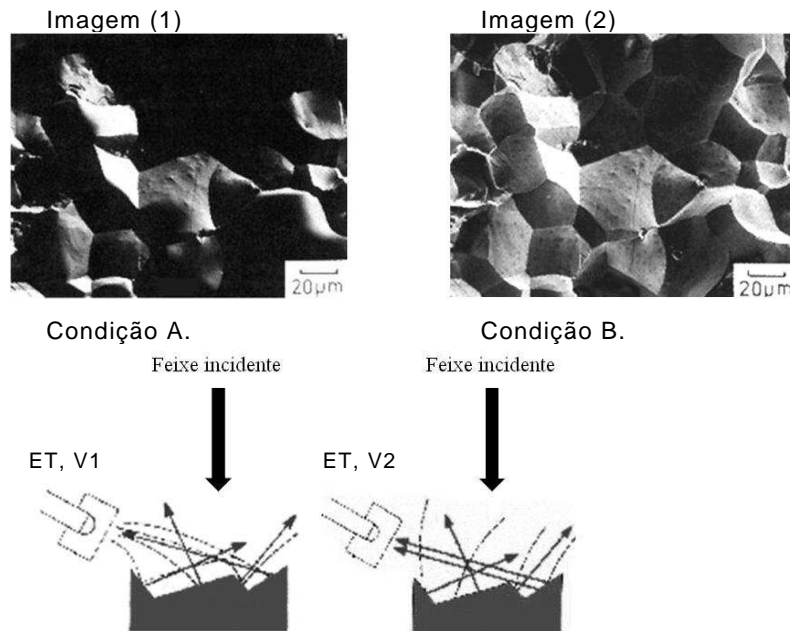
- A) sem recobrimento de material condutor.
  - B) com aceleração do feixe menor que a usada para a imagem da figura B.
  - C) realçando diferenças de composição do material.
  - D) com maior profundidade de foco.
23. As figuras abaixo apresentam três simulações de Monte Carlo da interação de um feixe de elétrons incidente em uma amostra de ferro.



Comparando-se os resultados das três simulações, é correto afirmar:

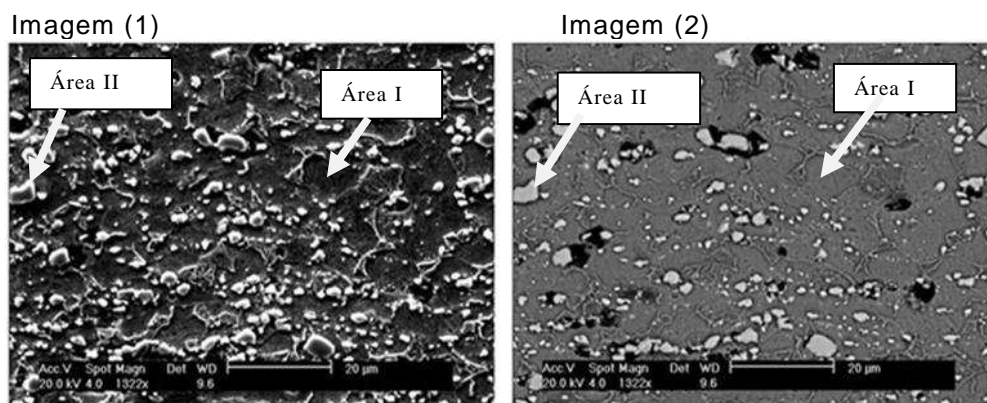
- A) A figura (1) apresenta o maior afastamento lateral do feixe, gerado pela menor voltagem de aceleração das três simulações.
- B) As trajetórias representam a emissão de elétrons secundários por parte da amostra.
- C) Houve diminuição da profundidade de penetração do feixe, na seqüência (1), (2) e (3), em virtude da diminuição da voltagem de aceleração.
- D) A profundidade de penetração e o afastamento lateral independem da voltagem de aceleração do feixe de elétrons.

24. A imagem (1), a seguir, foi obtida a partir de elétrons coletados por um detector do tipo Everhart-Thornley (ET). Após ajuste da voltagem do detector, foi obtida a imagem (2) da mesma área retratada na imagem (1), também a partir de elétrons coletados por um detector ET. As coleções de elétrons secundários (linhas tracejadas) e retroespalhados (linhas contínuas), nos dois casos, são ilustradas pelas condições (A) e (B).



Considerando-se as ilustrações acima, é correto afirmar:

- A) A imagem (2) corresponde à condição B, em que  $V2 = -50\text{ V}$   
 B) A imagem (2) corresponde à condição A, em que  $V1 = -50\text{ V}$   
 C) A imagem (2) corresponde à condição B, em que  $V2 = +250\text{ V}$   
 D) A imagem (2) corresponde à condição A, em que  $V1 = +250\text{ V}$
25. Uma amostra de Fe-NbC foi analisada por microscopia eletrônica de varredura, gerando-se as imagens (1) e (2), abaixo, da mesma região da amostra. Uma delas foi gerada com o detector Everhart-Thornley (ET), e a outra com um detector de estado sólido.

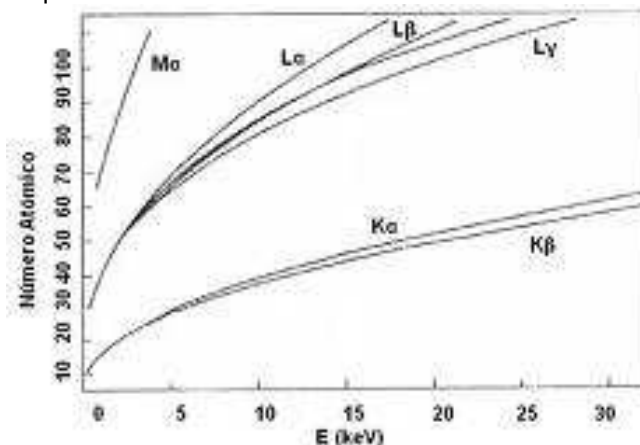


**Dados:** Números atômicos:  $Z(\text{C}) = 6$ ;  $Z(\text{Fe}) = 26$ ;  $Z(\text{Nb}) = 41$ .

Com base nas informações acima e nas imagens, é correto afirmar:

- A) A imagem (1) foi gerada por um detector ET; a imagem (2) foi gerada por um detector de estado sólido; e a área II corresponde ao Fe.  
 B) A imagem (1) foi gerada por um detector de estado sólido; a imagem (2) foi gerada por um detector ET; e a área II corresponde ao NbC.  
 C) A imagem (1) foi gerada por um detector ET; a imagem (2) foi gerada por um detector de estado sólido; e a área II corresponde ao NbC.  
 D) A imagem (1) foi gerada por um detector de estado sólido; a imagem (2) foi gerada por um detector ET; e a área II corresponde ao Fe.

26. A figura abaixo mostra as energias de ionização das séries K, L e M, em função do número atômico do elemento químico.



Considere que um MEV está operando a 20 keV e, tendo por base a figura anterior, observe as afirmativas abaixo, sobre a análise por espectroscopia dispersiva de energia (EDS):

I	Na análise por EDS de elementos químicos a partir do potássio ( $Z = 19$ ), a radiação K aparece sempre como um duplete ( $K\alpha$ , $K\beta$ ) e a energia da transição $K\beta$ é sempre maior que a energia da transição $K\alpha$ .
II	A separação dos constituintes das famílias K e L torna-se imperceptível abaixo de 7 keV.
III	A análise química por EDS para detectar a presença de lantanídeos ( $Z$ entre 57 e 71) pode ser baseada na família K.

Das afirmativas acima, **apenas**:

- A) I e III estão corretas.  
 B) I está correta.  
 C) II e III estão corretas.  
 D) III está correta .
27. Na geração de espectros de raios-X, para análise química de um material, podem surgir artefatos que devem ser levados em consideração durante o processo de interpretação do espectro. Um deles é o pico de escape, que está relacionado a
- A) ionização do elemento do detector de raios-X.  
 B) contagem simultânea de dois fótons de mesma energia.  
 C) ruído no extremo da região de baixa energia do espectro de raios-X.  
 D) fluorescência secundária dos elementos da amostra.
28. Sobre a análise química de uma amostra por espectroscopia dispersiva de comprimento de onda (WDS) e por espectroscopia dispersiva de energia (EDS), é correto afirmar:
- A) A técnica WDS baseia-se na difração em um cristal analisador de raios-X gerados na amostra, para posterior análise.  
 B) Na técnica WDS, são coletados e analisados elétrons Auger, enquanto a técnica EDS baseia-se na análise de fótons.  
 C) Na técnica EDS são analisados raios-X contínuos, e na técnica WDS são analisados raios-X característicos.  
 D) A técnica WDS apresenta as mesmas limitações da técnica EDS quanto à ocorrência de artefatos.

29. Na preparação de amostras para obtenção de imagens por microscopia eletrônica de varredura, deve-se levar em consideração a possibilidade do fenômeno do carregamento, o qual poderá introduzir artefatos na imagem ou, até mesmo, causar sérias distorções e instabilidades, impossibilitando que ela seja obtida.

Analise as afirmativas a seguir, a respeito do carregamento.

I	O carregamento pode ocorrer mesmo em amostras aterradas.
II	O carregamento pode ser evitado com o recobrimento de amostras não condutoras com filmes finos metálicos ou não-metálicos, desde que de material condutor.
III	O carregamento pode ser evitado em amostras pouco condutoras sem recobrimento aumentando-se a voltagem de aceleração do feixe primário.

Dessas afirmativas, **apenas**:

- A) III está correta.
- B) II e III estão corretas.
- C) I está correta.
- D) I e II estão corretas.

30. Analise as afirmativas abaixo, sobre a preparação de amostras para microscopia eletrônica de varredura.

I	As superfícies de amostras cerâmicas e poliméricas podem ser lixadas e polidas com diamante para análise por microscopia eletrônica de varredura.
II	Para se obter boa resolução de imagem, na análise de amostras poliméricas, devem ser aplicadas tensões acima de 20 kV.
III	O recobrimento de amostras biológicas pode ser evitado utilizando-se análise em baixo vácuo ou modo ambiental.

Dessas afirmativas, **apenas**

- A) I e II estão corretas.
- B) I e III estão corretas.
- C) II está correta.
- D) III está correta.