



CPF:

INSCRIÇÃO:

AVALIAÇÃO DE CONHECIMENTOS
PROCESSO DE SELEÇÃO 2019.1 – MESTRADO EM ENGENHARIA DE MATERIAIS**Instruções:**

- I. Você receberá do avaliador um caderno de prova com um conjunto de páginas numeradas sequencialmente, contendo 15 (quinze) questões, sendo 10 (dez) questões de múltipla escolha e 5 (cinco) questões discursivas;
- II. Leia atentamente toda a prova antes de iniciá-la. Informe imediatamente qualquer erro na impressão ou constituição.
- III. Preencha a prova com caneta **azul** ou **preta**. Respostas preenchidas a lápis não serão consideradas na correção (cálculos podem ser a lápis). Apresente suas respostas de forma legível.
- IV. Na parte objetiva assinale a resposta no local a isto destinado e não rasure, pois caso o faça a questão não será considerada.
- V. Ocorrendo erro no preenchimento de respostas dissertativas, risque a parte errada, coloque-a entre parênteses e, a seguir, escreva a resposta correta. **NÃO UTILIZE TINTA OU FITA CORRETIVA**, pois se o fizer sua resposta não será considerada na correção. Exemplo: ...isto (~~pêsto~~) posto podemos concluir que...
- VI. Início da prova às 8h30min e término às 11h30min, com tempo mínimo de permanência em sala de 30 min.
- VII. A prova é individual. A consulta ou comunicação a terceiros ensejará a atribuição de grau 0 (ZERO) ao(s) aluno(s).
- VIII. Identifique suas folhas de respostas com o número de seu CPF e número de inscrição. Não escreva na folha de resposta seu nome.

BOA PROVA!**FOLHA DE RESPOSTAS****ATENÇÃO:**

- I. Leia atentamente cada questão optativa e transcreva as respostas para o cartão abaixo;
- II. Observe que há uma única resposta para cada uma das 10 (dez) questões.
- III. Observe que o cartão-resposta deve ser preenchido até o número correspondente de questões da prova, ou seja, 10 (dez) questões;
- IV. O cartão-resposta não pode ser dobrado, amassado, rasurado ou conter qualquer registro fora dos locais destinados às respostas;
- V. As questões discursivas devem **OBRIGATORIAMENTE**, ser respondidas no espaço destinado (indicado na FOLHA DE RESPOSTAS)
- VI. A não devolução da FOLHA DE RESPOSTAS acarretará a anulação de sua prova, gerando grau zero.

▪ QUESTÕES DE MÚLTIPLA ESCOLHA (0,5 PONTO CADA)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

▪ QUESTÕES DISCURSIVAS (1,0 PONTO CADA)



Questão 3: _____

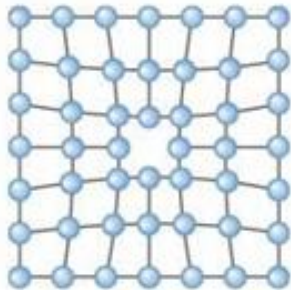


▪ QUESTÕES OBJETIVAS

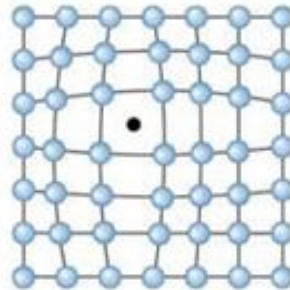
- 1) A classificação tradicional dos materiais é baseada em suas estruturas atômica e química e, geralmente, são divididos em metais, cerâmicas, polímeros, semicondutores, biomateriais e compósitos. Dentre esses, compósitos têm recebido atenção especial da comunidade científica nos últimos anos e, também, apresentado grande potencialidade em diversas aplicações em larga escala, como as voltadas para Indústria Automobilística. Tendo isso em vista, marque a alternativa abaixo, a qual melhor descreve as principais propriedades e características dos compósitos:
- (a) São geralmente uma combinação de elementos metálicos. Os elétrons não estão ligados a nenhum átomo em particular e por isso são bons condutores de calor e eletricidade. Não são transparentes à luz visível. Têm aparência lustrosa quando polidos. Geralmente são resistentes e deformáveis. São muito utilizados para aplicações estruturais.
 - (b) Apresentam propriedades elétricas que são intermediárias entre metais e isolantes. Suas características elétricas são extremamente sensíveis à presença de pequenas quantidades de impurezas, cuja concentração pode ser controlada em pequenas regiões do material (para formar as junções p-n). Tornaram possível o advento do circuito integrado que revolucionou as indústrias de eletrônica e computadores.
 - (c) São constituídos por uma combinação de dois ou mais materiais não solúveis entre si. São “desenhados” para apresentarem a combinação das melhores características de cada material constituinte. Um desses materiais é denominado por fase de reforço e o outro é chamado de matriz.
 - (d) São uma combinação de elementos metálicos e não-metálicos na forma de óxidos, nitretos ou carbetos. São geralmente isolantes de calor e eletricidade. São mais resistentes que metais e polímeros a altas temperaturas e ambientes severos. Em geral, são leves. Com relação às propriedades mecânicas são duras, porém frágeis.
 - (e) São geralmente compostos orgânicos baseados em carbono, hidrogênio e outros elementos não-metálicos. São constituídos por macromoléculas. Tipicamente, esses materiais apresentam baixa densidade e podem ser extremamente flexíveis.
- 2) Laser é uma abreviatura para “Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation”, que tem como tradução Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação. O que faz do Laser tão especial é a emissão estimulada de fótons. Resumidamente, essa última acontece quando um fóton, com a mesma energia da radiação que estimulou a sua emissão, estimula a emissão de outros fótons com características iguais, ou seja, fótons com a mesma direção e em fase com o fóton incidente, produzindo um efeito cascata. Nesse contexto, calcule a energia em elétrons-volts de um fóton em particular que participa do feixe de luz de um laser de cor violeta, conhecido como Blu-ray, com comprimento de onda fixo em 403 nm. Qual das alternativas abaixo, está correta? (**Dados:** Constante de Planck (h) = $6,63 \times 10^{-34}$ J.s).
- (a) 5,74 eV (b) 1,87 eV (c) 3,08 eV (d) 1,79 eV (e) 3,23 eV
- 3) Na indústria em geral o aço carbono é muito utilizado em diversas aplicações, desde para confecções de materiais ornamentais até em construções estruturais, passando pela indústria de base até a indústria de alta tecnologia. Assim, o aço tem como elementos base de constituição o Ferro e Carbono, que quando adicionado outros elementos, chamados de elementos de liga e/ou são submetidos a tratamentos térmicos ou termoquímicos, modificam as suas propriedades mecânicas devido as alterações microestruturais. Assim, o ferro e carbono apresentam respectivamente as seguintes formas alotrópicas:
- (a) Ferrita, Austenita, Ferrita delta, Grafite e Diamante;
 - (b) Ferrita delta, Austenita gama, Ferrita gama, Grafite e Diamante;
 - (c) Ferrita gama, Austenita residual, Ferrita delta, Grafite e Diamante;
 - (d) Ferrita Alotriomofa, Austenita expandida, Ferrita contraída, Grafite e Diamante;
 - (e) Ferrita de widmanstätten, Austenita, Ferrita alinhada de segunda fase, Grafite e Diamante.
- 4) Defeitos pontuais, também conhecidos como defeitos puntiformes, são imperfeições no arranjo atômico em uma estrutura cristalina, as quais possuem um efeito significativo nas propriedades de um determinado material.



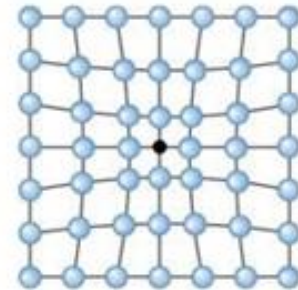
Normalmente, essas imperfeições são ocasionadas pela introdução de impurezas, dopantes ou pelo movimento de átomos ou íons quando esses ganham energia por aquecimento durante o processamento do material.



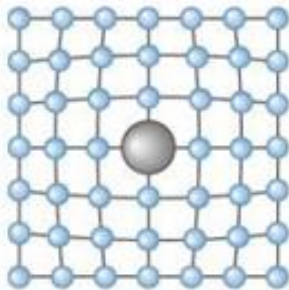
(1)



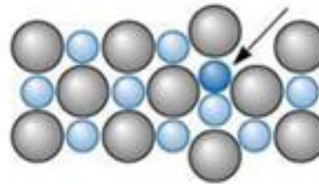
(2)



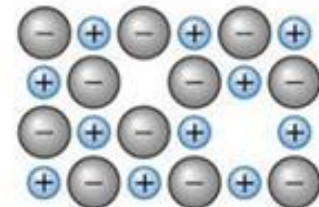
(3)



(4)



(5)

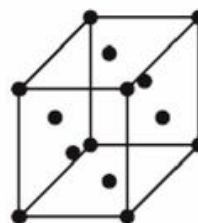


(6)

Nesse contexto, marque a alternativa abaixo na qual corresponde, respectivamente, aos defeitos pontuais ilustrados em (1), (2), (3), (4), (5) e (6).

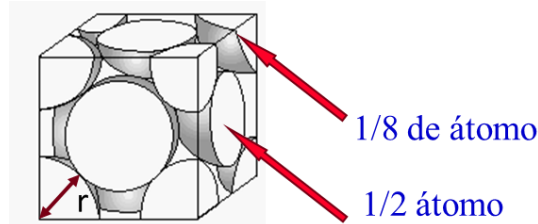
- (a) Defeito Schottky, Átomo intersticial, Átomo substitucional pequeno, Átomo substitucional grande, Defeito Frenkel, Vacância
 - (b) Vacância, Defeito Frenkel, Átomo substitucional pequeno, Átomo substitucional grande, Átomo intersticial, Defeito Schottky
 - (c) Vacância, Átomo substitucional pequeno, Átomo intersticial, Átomo substitucional grande, Defeito Frenkel, Defeito Schottky
 - (d) Vacância, Átomo substitucional pequeno, Átomo intersticial, Átomo substitucional grande, Defeito Schottky, Defeito Frenkel
 - (e) Vacância, Átomo intersticial, Átomo substitucional pequeno, Átomo substitucional grande, Defeito Frenkel, Defeito Schottky
- 5) Para a célula unitária do metal hipotético da Figura abaixo, podemos dizer que o sistema cristalino ao qual pertence essa célula unitária e a sua estrutura cristalina são respectivamente, $a \neq b \neq c$ e $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$

- (a) Sistema Tetragonal e tetragonal simples;
- (b) Sistema Cúbico e tetragonal de corpo;
- (c) Sistema Ortorrômbico e face centrado;
- (d) Sistema Triclínico e corpo centrado;
- (e) Romboédrica simples.



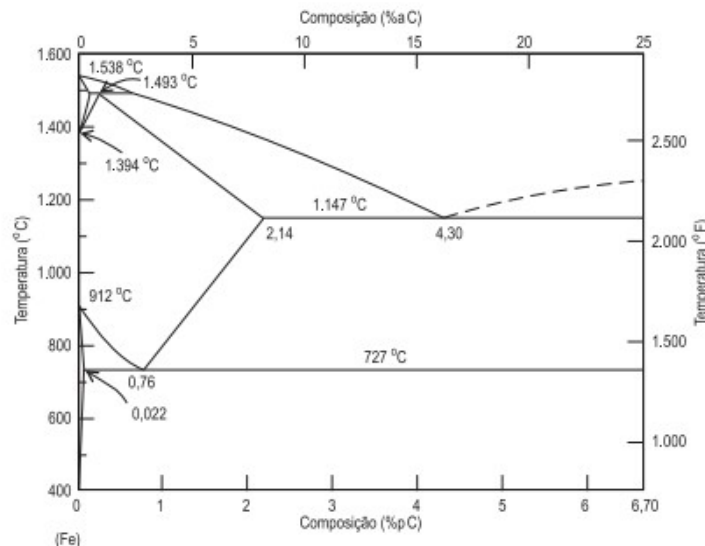


- 6) Fator de Empacotamento (F.E.) é nível de ocupação por átomos de uma estrutura cristalina e dado por: $F.E = \frac{NV_A}{V_C}$, N = Número de átomos que efetivamente ocupam a célula, dado pela soma das partes dos átomos que estão dentro da célula; $V_A =$ Volume do átomo ($\frac{4}{3}\pi.r^3$), r = Raio do átomo e $V_C =$ Volume da célula unitária ($16r^3\sqrt{2}$). Observe a figura a seguir.



A figura acima mostra a célula unitária da estrutura cristalina do cobre, com raio atômico de 0,1278 nm. Qual é o seu Fator de Empacotamento?

- a) 0,52 b) 0,60 c) 0,64 d) 0,68 e) 0,74
- 7) A densidade de um composto cristalino é dada por: $\rho = \frac{NA}{V_C N_A}$, N número de átomos associados a cada célula unitária, para uma estrutura CFC é 4. O peso atômico, N_A Número de Avogadro ($6,023 \times 10^{23}$ átomos/mol). Determine a densidade da célula unitária do alumínio com estrutura cristalina CFC. Dados: raio atômico $1,431 \times 10^{-8}$ cm, massa atômica: 26,98 g/mol.
- (a) 1,87 g/cm³ (b) 2,70 g/cm³ (c) 3,45 g/cm³ (d) 5,21 g/cm³ (e) 5,91 g/cm³
- 8) A figura abaixo apresenta o diagrama Fe-C para teores de até 6,7% em peso de carbono.



Uma liga binária Fe-C com 0,76% em peso de carbono sofrerá um resfriamento lento e, ao atingir a temperatura de 600°C vai estar totalmente solidificado. Nessas condições, a liga será composta por:



- (a) Austenita e Eutético ledeburita;
- (b) Austenita Residual e Cementita;
- (c) Cementita e Perlita;
- (d) Ferrita e Perlita;
- (e) Ferrita e Cementita.

9) Polímeros biocompatíveis estão ganhando destaque como sistemas de liberação controlada de fármacos. Estes polímeros sofrem alterações conformacionais acima de uma temperatura crítica (i.e. temperatura de transição) e desse modo podem atuar na liberação de fármacos encapsulados nos tecidos alvo. Entre esses polímeros, destaca-se a Poli(N-isopropilacrilamida) (NIPAAm), já que sua temperatura de transição (32–34 °C) pode ser modulada próxima à temperatura corporal humana. A NIPAAm contém substituintes hidrofílicos como acrilamida e grupo isopropílico relativamente hidrofóbico que resultam em interações hidrofóbicas-hidrofílicas que determinam sua solubilidade a uma dada temperatura. Observando a estrutura química da NIPAAm, Figura 1, a região responsável pela solubilidade desse polímero no tecido celular e o tipo ligação intermolecular que permite sua solubilidade em meio aquoso é:

- (a) Região 1 e Ligações de Hidrogênio
- (b) Região 1 e Ligações de van der Waals
- (c) Região 2 e Ligações de van der Waals
- (d) Região 2 e Ligações de Hidrogênio
- (e) Região 2 e Ligações Dipolo-Induzido

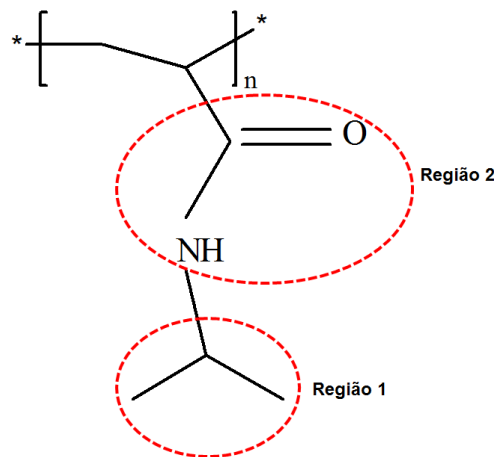


Figura 1. Estrutura química da NIPAAm.

Fonte: M.K. Jaiswal et al. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 81 (2010) 185–194

- 10) A nanotecnologia é uma ciência que se dedica ao estudo da manipulação da matéria numa escala atômica e molecular lidando com estruturas entre 1 e 100 nanômetros. Pode ser utilizada em diferentes áreas como, a medicina, eletrônica, ciência da computação, física, química, biologia e engenharia dos materiais. Na medicina, a nanotecnologia tem um papel muito importante, assinale qual das sentenças abaixo melhor justifica a importância da nanotecnologia aplicada na medicina.
- (a) Consiste apenas em desenvolver modelos teóricos para o desenvolvimento sustentado de novos materiais.
 - (b) Consiste em usar teorias e modelos para desenvolvimento de dispositivos eletromecânicos mais eficientes.
 - (c) Consiste em usar nanopartículas, nanorobôs e outros elementos em escala nanométrica para curar, diagnosticar ou prevenir doenças.
 - (d) Consiste em apenas estudar a estrutura eletrônica de átomos e moléculas para o desenvolvimento sustentado de novos materiais.
 - (e) Consiste em apenas estudar as propriedades térmicas e mecânicas de sistemas nanoestruturados para o desenvolvimento sustentado de novos materiais.

■ QUESTÕES DISCURSIVAS

Questão 1 - A espectrofotometria de absorção na região do ultravioleta e do visível (UV-Vis) é amplamente aplicada na detecção e quantificação de fármacos para formulações farmacêuticas, pois cumpre requisitos essenciais para as análises de rotina como rapidez, baixo custo operacional e confiabilidade dos resultados. Na literatura, têm-se os exemplos de quantificação de diferentes fármacos como o carvedilol, efavirenz, sinvastatina, aciclovir, olanzapina e fluoxetina. Nesse contexto, a fim de validar o método que faz o uso do UV-Vis na detecção e quantificação de flavonóides contidos nos extratos foliar da planta medicinal pata-de-vaca (*Bauhinia cheilantha* [Bongard] Steudel). (SHRIVASTAVA, Alankar et al. Methods for the determination of limit of detection and limit of quantitation of the analytical methods. Chronicles of Young Scientists, v. 2, n. 1, p. 21, 201).

Responda:

- Calcule os Limites de Detecção (LOD) e Quantificação (LOQ);
- Utilizando o valor de absorvância em 420 nm no espectro de UV-Vis mostrado na Figura 2(a), linha tracejada, calcule a concentração do extrato foliar presente nessa planta medicinal. Para isso, empregue o método de regressão linear, o qual foi utilizado para construir a curva de calibração *Concentração vs. Absorvância em 420 nm* apresentada na Figura 2(b).

Dados:

- Desvio padrão relativo (S_a) = $6,4 \times 10^{-3}$
- Valor de absorção em 420 nm no espectro de UV-Vis do extrato foliar = 0,4749 u.a.

Tabela A - Concentrações de Rutina e seus respectivos valores de absorvância em 420 nm obtidos experimentalmente.

Concentração de Rutina ($\mu\text{g/mL}$)	Absorvância em 420 nm (u.a.)
6,0	0,1677
8,0	0,2189
10,0	0,2701
12,0	0,3213
16,0	0,4237
20,0	0,5261

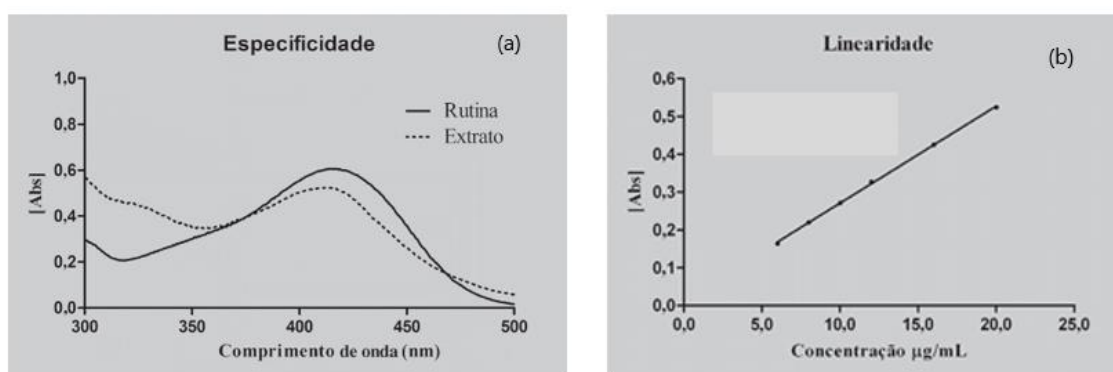


Figure 2- Espectros de UV-Vis para o padrão Rutina e extrato foliar de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steudel (a). Curva de calibração **Concentração vs. Absorvância em 420 nm** construída a partir de 6 soluções padrões de Rutina com diferentes concentrações: 6,0 - 20,0 $\mu\text{g/mL}$. [Abs] = Absorvância (b).



Questão 2 - As propriedades físicas e químicas de um composto, molécula, superfície, partícula dependem intrinsecamente do seu arranjo atômico. O conhecimento de suas características estruturais e de seu arranjo espacial, forma, defeitos e inclusões permite compreender propriedades, propor modificações e/ou novos processos de produção, além de facilitar a modelagem física de funções e o projeto de estruturas similares, com propriedades distintas. Portanto a caracterização estrutural por difração de raios-X de um material é etapa inicial para qualquer estudo, seja pela pesquisa fundamental, seja para fins de aplicação. O artigo intitulado Size-strain study of NiO nanoparticles by X-ray powder diffraction line broadening, mostra como calcular o diâmetro médio de nanopartícula de óxido de níquel (NiO) pela equação de Scherrer e o microstrain (microtensão) usando formalismo de Williamson-Hall (GONÇALVES, N. S. et al. Size-strain study of NiO nanoparticles by X-ray powder diffraction line broadening. Materials letters, v. 72, p. 36-38, 2012). A baixo difratograma e tabela de resultados extraídos do artigo.

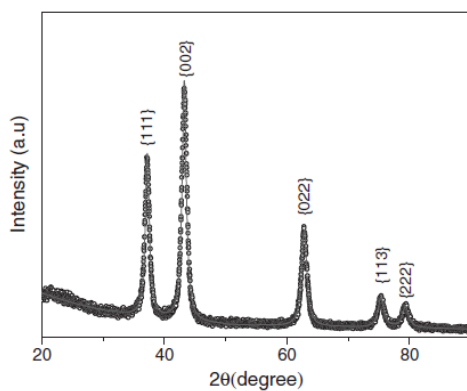


Fig. 1. X ray powder diffraction pattern of NiO.

Table 1
Particle sizes calculated by Scherrer equation, Scherrer equation (corrected line width) and WH plotting.

Crystallographic direction {hkl}	Scherrer equation	Scherrer equation (corrected line width)		Williamson-Hall plotting	
	D (nm)	{hkl}	D (nm)	D (nm)	ϵ
{111}	12.2 ± 0.2	{111}	15.3	15.4 ± 0.3	0.0020 ± 0,0001
{002}	11.8 ± 0.2	{002}	15.3		
{022}	10.8 ± 0.2	{022}	15.4		
{113}	10.3 ± 0.2	{113}	15.4		
{222}	10.1 ± 0.2	{222}	15.4		

Responda:

- Para complementar as informações do artigo utilize a Lei de Bragg ($n\lambda = d_{hkl} \text{sen}\theta$) para determinar o espaçamento interatômico d_{hkl} ao ângulo de difração $2\theta = 74,5^\circ$ do feixe difratado, utilizando $n = 1$ para ordem de reflexão (utilize o valor do ângulo em radianos) e comprimento de onda para a fonte de cobre $\lambda = 0,1542$ nm.
- Para estruturas cristalinas cúbicas, como o NiO, podemos determinar o parâmetro de rede (comprimento da aresta da célula unitária) pela simples função que relaciona o espaçamento interplanar e os índices de Miller, $d_{hkl} = \frac{a}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}}$. Determine o parâmetro de rede a para o quarto pico utilizando a família de planos de Miller (113).

Questão 3 - Sobre o artigo “Estudo de tamanho-tensão de nanopartículas de NiO por alargamento de linha de difração de raios X” dos autores GONÇALVES, N. S. et al. Size-strain study of NiO nanoparticles by X-ray powder diffraction line broadening. Materials letters, v. 72, p. 36-38, 2012., são feitas cinco afirmativas a seguir.

- Segundo os autores, o trabalho realizado mostrou que os tamanhos de nanopartículas calculados a partir da difração de raios X precisam ser analisados com mais cuidado quando calculados pela equação de Scherrer, pois quando as nanopartículas não são cristais perfeitos, onde, segundo o trabalho supracitado, a microtensão contribuiu para o afilamento da linha de pico de difração proporcionando assim uma estimativa errada do tamanho das nanopartículas.
- A pesquisa apresentou como calcular diretamente o tamanho e a microtensão para nanopartículas de NiO usando a plotagem de Williamson-Hall e comparou com os resultados obtidos a partir da equação de Scherrer, onde o tamanho das nanopartículas estimado pela equação de Scherrer foi bastante diferente do obtido pela plotagem de



Williamson-Hall, visto que, nos resultados experimentais, enquanto o tamanho médio de partícula obtido a partir da equação de Scherrer foi de 10 nm, o tamanho médio de partícula calculado usando a plotagem de Williamson-Hall foi de 15,4 nm.

- iii. O método de Rietveld foi aplicado usando a interface DBWS9807-Tools, onde a função de Lorentz foi selecionada para ajustar os perfis de pico da fase cristalina identificada.
- iv. A pesquisa considerou de grande importância a plotagem de Williamson-Hall ao trabalhar com nanomateriais, pois este método mostrou uma melhor caracterização da microestrutura para revelar o tamanho de partícula levando em conta uma possível microtensão.
- v. Em suas conclusões, o estudo revelou que as nanopartículas de NiO sintetizadas pelo método proteico sol-gel e calcinadas em um forno tubular rotativo produziram amostras com tamanho de partícula e microtensão homogênea, pois, deste modo, houve uma melhor distribuição de energia nas calcinações do material o que possibilitou sintetizar partículas mais homogêneas.

Responda com base no artigo citado nesta questão: (a) Qual das afirmações de i a v está incorreta? (b) Reescreva a afirmação incorreta, corretamente.

Questão 4 - Os danos do tecido ósseo ocorrem como consequência do envelhecimento, de acidentes, de doenças ou de malformações congênitas sendo necessário recorrer a utilização de enxertos para preencher espaço a corrigir. O suporte tridimensional ou scaffold, é implantado diretamente num defeito ósseo do paciente para iniciar a sua regeneração. Recentemente, foi demonstrado que é benéfico usar polímeros eletricamente condutivos com ou sem estimulação elétrica para melhorar a reparação tecidual no sistema nervoso neural, osso, fígado e tecidos. Alguns estudos recentes também indicam que polímeros condutores podem ser aplicados para cicatrização de feridas e aumento da ossificação endocondral. Para melhorar a capacidade de interação de suportes em implantes teciduais, são usados sobre a sua estrutura biomateriais, tais como nanotubos de carbono (CNTs), polímeros condutores e oligômeros de anilina que podem regular a forma e crescimento das células. (a) Quais são as principais desvantagens no uso de nanotubos de carbono e polímeros condutores em engenharia de tecidos? (b) Como os oligômeros de anilina podem superar as desvantagens citadas com os materiais citados na pergunta (a)?

Questão 5 – Biomateriais a base de oligômeros de anilina possui uma série de propriedades importantes para sua aplicação em engenharia de tecidos e em medicina regenerativa. Uma dessas propriedades se refere a liberação controlada de drogas que podem ser influenciadas pelo pH, temperatura, indução elétrica, ultrassom e campo magnético. Que características possuem os biomateriais a base de oligômeros de anilina para serem usados na liberação controlada de fármacos?