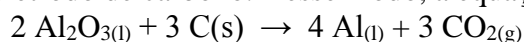


NOME DO CANDIDATO: GABARITO

DATA: 15 DE JUNHO DE 2018, HORAS: 18:00-22:00

PERGUNTAS – PROVA ESCRITA

O alumínio metálico pode ser produzido a partir do minério de alumínio bauxita (mistura de óxidos de alumínio), no entanto há muitas impurezas nesse minério de Al como óxidos de ferro (Fe_2O_3), óxidos de silício (SiO_2) e óxidos de titânio (TiO_2). Para a extração do alumínio, a partir da bauxita, adota-se o processo industrial conhecido como processo Bayer onde será produzido Al_2O_3 . A última etapa do processo envolve a eletrólise de uma mistura de alumina e criolita ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Na}_3\text{AlF}_6$) na temperatura em torno de 950°C para obtenção do alumínio (Al). Nesse processo de eletrólise utilizam-se dois eletrodos, um eletrodo metálico e outro eletrodo de carbono. Desse modo, a equação global que ocorre nesse processo é dada por:



Com base nos dados apresentados responda as questões abaixo a respeito das ligações químicas dos materiais.

QUESTÃO 01 – Dos metais citados no texto, o que mais facilmente tende a forma cátion sem uma ligação iônica é o:

- a) ferro
- b) alumínio
- c) titânio
- d) sódio**
- e) silício

QUESTÃO 02 – Entre os compostos citados no texto acima: Al_2O_3 ; Na_3AlF_6 ; CO_2 , predominam respectivamente, os seguintes tipos de ligações químicas:

- a) Iônica, covalente polar, covalente
- b) Iônica, iônica, covalente**
- c) Covalente polar, iônica, covalente
- d) Covalente, iônica, covalente
- e) Covalente, covalente, iônica

QUESTÃO 03 – As propriedades dos materiais podem ser analisadas com base nas ligações químicas predominantes estabelecidas nos mesmos. Análise criteriosa nos tipos de ligações químicas pode qualificar os materiais para diversas aplicações. A comparação das forças de ligação de diferentes materiais em um gráfico da força *versus* a separação interatômica resulta em um conjunto de propriedades inerentes aos materiais avaliados. Propriedades como ponto de fusão e ebulição de materiais, propriedades mecânicas como módulo de elasticidade e o coeficiente linear de dilatação térmica estão relacionadas a alterações na distância interatômica e na energia de ligação das substâncias e podem ser extraídas do gráfico abaixo.

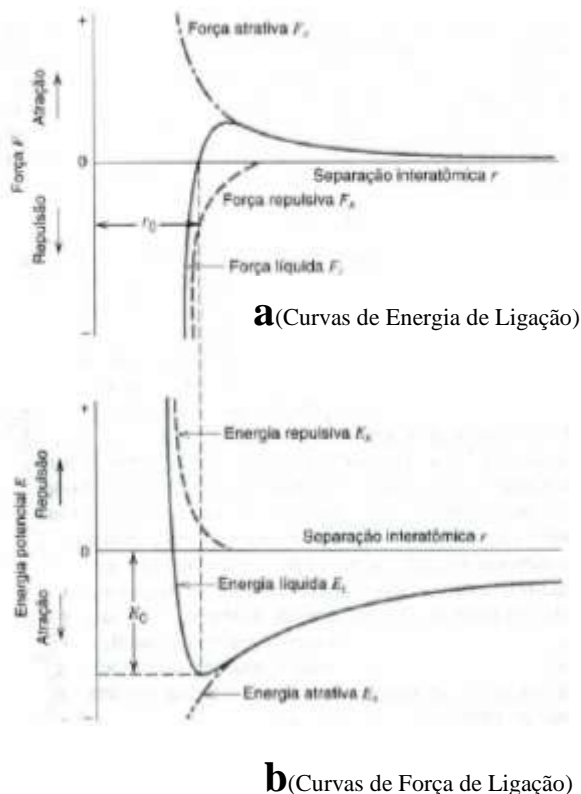
Com base no texto e no gráfico abaixo, avalie as afirmações a seguir.

I. O gráfico **a** mostra a dependência entre a força de atração, repulsão e força de ligação de uma determinada molécula, o que implica afirmar que quando existe equilíbrio entre as forças de atração e repulsão, a força resultante de ligação é zero.

II. No gráfico **b** a **energia de ligação** para dois átomos, E_0 , corresponde à energia neste ponto de mínimo e representa a energia que seria necessária para separar esses dois átomos até uma distância de separação infinita.

III. Propriedades mecânicas tais como módulo de elasticidade e dureza são independentes da energia de ligação.

IV. A deformação plástica de um determinado material é manifestada como uma pequena alteração na sua distância interatômica e na sua energia de ligação.



É correto apenas o que se afirmar em

- I.
- II.
- I e III.
- I, II e IV**
- Todas estão corretas

QUESTÃO 04 – Com relação às propriedades das ligações químicas marque a alternativa **incorreta**:

- Algumas propriedades dos materiais (metálico, cerâmico, poliméricos, etc.) sofrem influência da energia de ligação em ligações secundárias, como exemplo quanto menor a energia envolvida na ligação química há uma tendência de aumento no ponto de fusão dos compostos.**
- É possível existir ligações interatômicas entre elementos as quais sejam parcialmente iônicas e parcialmente covalentes, mas poucos compostos exibem ligações com um caráter exclusivamente iônico ou covalente.
- A eletronegatividade pode prever o tipo de ligação em um composto binário, quando a eletronegatividade dos átomos são ambas baixas, a substância será uma liga com ligação metálica.
- Os compostos iônicos apresentam elevados pontos de fusão e ebulição, são duros e frágeis, isolantes eletricamente e termicamente e são eletrólitos em meio de alta constante dielétrica.
- As ligações metálicas permitem grandes deformações plásticas, pois as ligações são móveis, ou seja, não são rígidas como as iônicas e as covalentes.

QUESTÃO 05 – Indique qual afirmação abaixo é verdadeira:

- a) O modelo iônico trata um sólido como um conjunto de esferas de cargas opostas que interagem por forças coulombianas direcionais.
- b) Van Der Waals e dipolo permanente são as principais interações responsáveis pela ligação dos átomos dentro de uma molécula.
- c) As interações de dipolo permanente são mais fracas quando comparadas às ligações iônicas.
- d) A ligação iônica é caracterizada pela pequena diferença de eletronegatividade entre seus elementos.
- e) As interações de Van Der Waals são consideradas forças de longo alcance.

QUESTÃO 06 – O modelo atômico que considera que os elétrons circulam ao redor do núcleo atômico em orbitais discretos é o:

- a) Modelo atômico de Dalton;
- b) Modelo atômico de Thomson;
- c) Modelo atômico de Bohr;
- d) Modelo atômico de Avogadro;
- e) Modelo atômico de Pauli.

QUESTÃO 07 – As partículas que estão localizadas na camada mais externa do átomo e são extremamente importantes pois participam das ligações químicas são:

- a) Nêutrons de valência;
- b) Íons de valência;
- c) Prótons de valência;
- d) Spins de valência;
- e) Elétrons de valência.

QUESTÃO 08 – Um átomo, com Número Atômico 11, está classificado na Tabela Periódica como:

- a) Gás nobre;
- b) Metal alcalino;
- c) Ametal;
- d) Halogênio;
- e) Metal de transição.

QUESTÃO 09 – A ligação química formada por um átomo de um elemento eletropositivo e outro eletronegativo é a:

- a) Ligação Covalente;
- b) Ligação Metálica;
- c) Ligação de Van der Waals;
- d) Ligação Iônica;
- e) Ligação de Hidrogênio.

QUESTÃO 10 Dos compostos abaixo, qual realiza ligação covalente?

- a) **H₂O;**
- b) NaCl;
- c) KBr;
- d) CaO;
- e) K₂O.

Nos últimos anos a indústria vem buscando otimizar seus processos a fim de reduzir a utilização de recursos cada vez mais escassos, como os combustíveis à base de petróleo. Desde então a corrida pela produtividade tornou-se primordial para o crescimento e sobrevivência das indústrias, que movidas por exigência do mercado consumidor por tecnologias que conjugassem desempenho mecânico a elevada eficiência e baixo custo de manutenção, conduziu a necessidade de serem desenvolvidos materiais capazes de satisfazer determinadas propriedades, tais como elevada resistência mecânica e baixo peso específico. Assim, a relação entre processamento, estrutura, propriedades e comportamento de um material é extremamente importante, pois é sabido que a estrutura, que depende da maneira como o mesmo é processado, exerce uma elevada influência nas propriedades dos produtos obtidos e seu desempenho depende diretamente destas propriedades. Nesse sentido, para as questões de 11 a 15, marque a alternativa correta:

QUESTÃO 11 – Metais que possuem estruturas cristalinas mais compactas apresentam melhor:

- a) **Plasticidade**
- b) Elasticidade
- c) Viscosidade
- d) Resiliência
- e) Todas estão incorretas

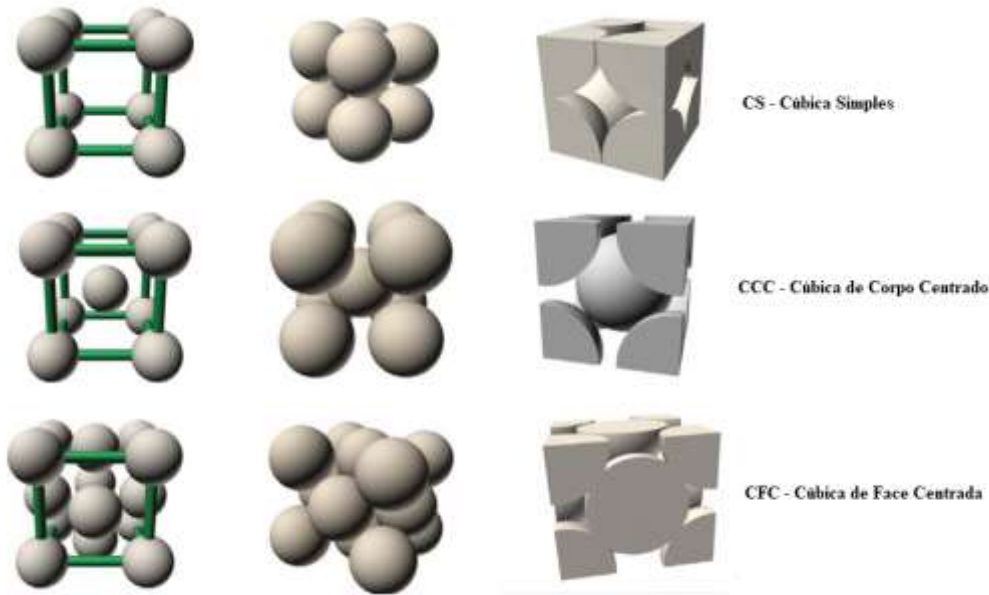
QUESTÃO 12 – Nos metais os elétrons _____. Complete o espaço em branco com a sentença mais correta, descrita abaixo:

- a) estão ligados a um átomo em particular e por isso são bons condutores de calor e eletricidade
- b) estão ligados a um átomo em particular e por isso não são bons condutores de calor e eletricidade
- c) **não estão ligados a nenhum átomo em particular e por isso são bons condutores de calor e eletricidade**
- d) não estão ligados a nenhum átomo em particular e por isso não são bons condutores de calor e eletricidade
- e) não estão ligados a nenhum átomo em particular e por isso não são aplicados na indústria elétrica

QUESTÃO 13 – No que e refere à influência da energia da ligação química em algumas propriedades de materiais, pode-se afirmar que:

- a) Maior a energia envolvida menor é o ponto de fusão
- b) **Maior a energia envolvida maior é a resistência mecânica**
- c) Maior a energia envolvida menor é a dureza
- d) Maior a energia envolvida maior é a dilatação térmica
- e) Maior a energia envolvida menor é a estabilidade química

QUESTÃO 14 – A Os metais apresentam 7 sistemas cristalinos, dentre os quais aproximadamente 52% dos metais se cristalizam no sistema cúbico. A Figura abaixo apresenta, para o sistema cúbico as três células unitárias com suas correspondentes ordenações atômicas. Em relação ao número de átomos dentro das células, pode-se afirmar que:



Fonte: Adaptado de: <http://www.fem.unicamp.br/~caram/estrutura.pdf>, acessado em 29/05/2018.

- a) 1, 2 e 3 átomos estão dentro das células unitárias dos sistemas CS, CCC e CFC, respectivamente.
 b) 1, 2 e 5 átomos estão dentro das células unitárias dos sistemas CS, CCC e CFC, respectivamente.
 c) 1, 3 e 2 átomos estão dentro das células unitárias dos sistemas CS, CCC e CFC, respectivamente.
 d) 1, 2 e 4 átomos estão dentro das células unitárias dos sistemas CS, CCC e CFC, respectivamente.
 e) 4, 2 e 1 átomos estão dentro das células unitárias dos sistemas CS, CCC e CFC, respectivamente.

QUESTÃO 15 – O fator de empacotamento atômico (FE) é o nível de ocupação por átomos de uma estrutura cristalina, e o FE é calculado pela seguinte expressão:

$$FE = \frac{NVa}{Vc}$$

Onde: N é o número de átomos dentro da célula, Va é volume de átomos dentro da célula ($\frac{4}{3}\pi R^3$, R é o raio atômico) e Vc é o volume da célula (a^3 , a é aresta do cubo).

Assim sendo, o FE da CS é aproximadamente:

- a) 0,52
 b) 0,60
 c) 0,74
 d) 0,68
 e) 0,70

QUESTÃO 16 – Em análise às células unitárias das estruturas cúbicas, apresentadas na questão (14), pode-se afirmar que a:

- a) aresta da CS é igual $4R$
 b) diagonal da face da CFC é igual $4R$
 c) diagonal da CCC é igual $6R$

- d) diagonal da face da CCC é igual a $2R$
e) aresta da CFC é igual $4R$
(R – é o raio do átomo)

QUESTÃO 17 – Imperfeições de reticulados cristalinos são encontradas na maior parte dos cristais, assim há: I) Defeitos onde estão envolvidos individualmente átomos deslocados, átomos extras ou falta de átomos. II) Defeitos que envolvem a aresta de uma plano extra de átomos. III) Defeitos de imperfeições quer entre cristais adjacentes, quer nas superfícies externas do cristal. Qual é a resposta que corresponde a os três defeitos acima explanados:

- a) Defeitos de Schottky, defeitos Intersticiais, defeitos de Frenkel.
b) Defeitos em poros, defeitos em trincas, defeitos em inclusões.
c) Defeitos discordantes, defeitos helicoidais, defeitos em cunha.
d) Defeitos pontuais, defeitos de linha, defeitos de fronteira.
e) Defeitos em superfícies internas, defeitos em superfícies externas, defeitos em contornos de grão.

QUESTÃO 18 - Alguns metais, usados comercialmente em aplicações de engenharia, são puros e outros são soluções sólidas. Das fases metálicas a seguir: I. cobre e usado em condutores elétricos e com camada de zinco em aços galvanizados; II. alumínio usado em utensílios domésticos contem apenas teores mínimos de outros elementos. Em outros casos, temos o; III. latão (cobre e zinco); IV. monel (cobre e níquel); V. bronze (estanho e cobre. Quais correspondem a soluções sólidas:

- a) I, II, III
b) I, II, V
c) II, III, IV
d) II, IV, V
e) III, IV, V

QUESTÃO 19 – Os coeficientes de difusão variam com a natureza dos átomos do soluto, com o tipo de estrutura e com a temperatura, como se mostra nos exemplos da tabela a seguir. Coeficientes de difusão mais elevados ocorrem em temperaturas mais altas, porque os átomos tem maior energia térmica e portanto maiores probabilidades de serem ativados de forma a suplantam a barreira de energia entre os átomos.

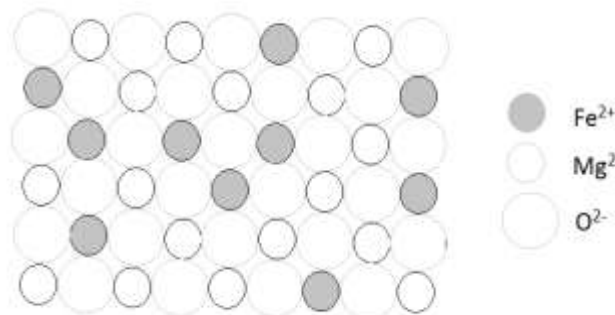
COEFICIENTES DE DIFUSÃO				
	Soluto	Solvente	Coeficiente de difusão, cm^2/s	
			500°C	1000°C
I	Carbono	ferro cfc	$10^{-10.3}$	$10^{-6.5}$
II	Ferro	ferro cfc	$10^{-19.5}$	$10^{-11.8}$
III	Níquel	ferro cfc	$10^{-19.0}$	$10^{-11.6}$
IV	Manganês	ferro cfc	$10^{-19.6}$	$10^{-12.0}$

Fonte: Tabela 4.3. Coeficientes de difusão. Van Vlack 2014, Cap. 4. pag. 99.

Quais seriam os átomos de soluto que tem maiores coeficientes de difusão na temperatura de 1000°C (pela ordem decrescente).

- a) I, II, III, IV
b) I, III, IV, II
c) I, III, II, IV
d) I, IV, III, II
e) I, IV, II, III

QUESTÃO 20 – Da solução sólida substitucional onde Fe^{2+} substitui Mg^{2+} na estrutura do composto MgO , como se observa na figura a seguir:



Com:

Massas atômicas Mg: 24,3, Fe: 55,8, O: 16,0

Número de Avogadro (N_A) = $6,02 \times 10^{23}$

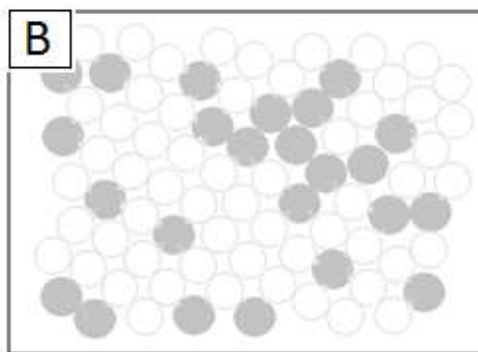
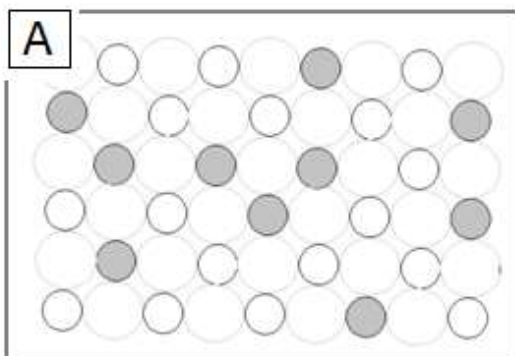
Massa MgO = (ions Mg^{2+} x Massa molecular MgO)/ N_A

Massa FeO = (ions Fe^{2+} x Massa molecular FeO)/ N_A

Qual é a razão MgO/FeO , em peso, da solução sólida.

- a) $\text{MgO}/\text{FeO} = 865/817$
- b) $\text{MgO}/\text{FeO} = 586/781$
- c) $\text{MgO}/\text{FeO} = 658/187$
- d) $\text{MgO}/\text{FeO} = 685/718$
- e) $\text{MgO}/\text{FeO} = 658/817$

QUESTÃO 21 – As soluções sólidas formam-se mais facilmente quando os átomos do solvente e do soluto têm dimensões e estruturas eletrônicas semelhantes. Existe também outro tipo de solução sólida donde um pequeno átomo pode se localizar nos interstícios entre os átomos maiores. Das figuras a seguir:



É correto afirmar que:

- a) As soluções sólidas A, B, C, D são substitucionais.
- b) As soluções sólidas A, B, C, D são intersticiais.
- c) As soluções sólidas A, B, C são intersticiais e D é substitucional.
- d) **As soluções sólidas A, B, C, são substitucionais e D é intersticial.**
- e) As soluções sólidas A, C são substitucionais, B, D são intersticiais.

QUESTÃO 22 – O módulo de elasticidade longitudinal (Módulo de Young) é um dos parâmetros mais importantes a serem levantados sobre um material submetido ao ensaio mecânico de tração. Sobre esta propriedade é CORRETO afirmar:

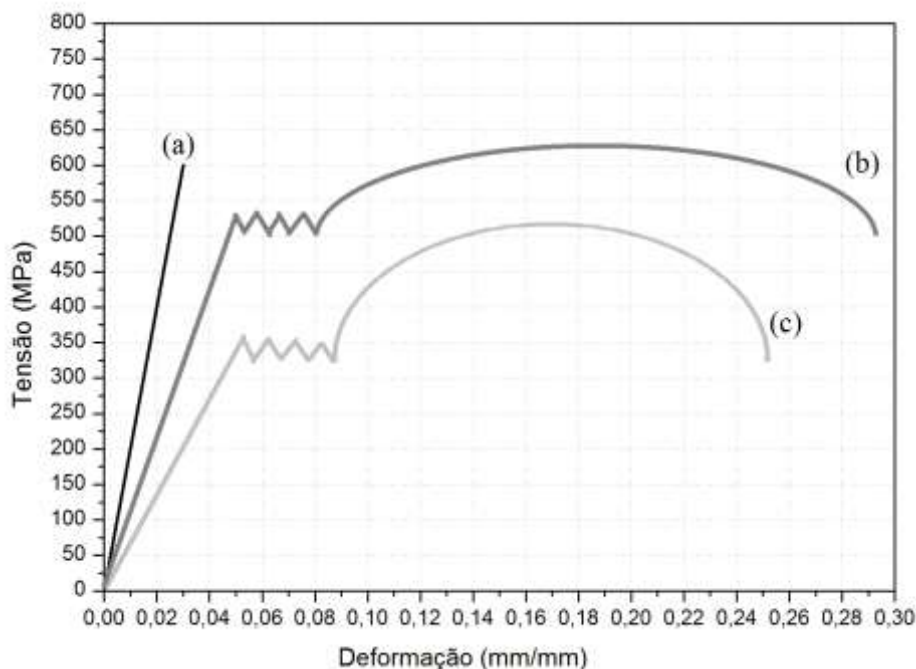
- a) o módulo de elasticidade é calculado pela relação entre a tensão e a deformação, medida em qualquer ponto da curva tensão-deformação levantada no ensaio;
- b) o módulo de elasticidade é diretamente proporcional à temperatura na medida em que seu valor aumenta com a elevação da temperatura do corpo de prova no momento do ensaio, devido ao crescimento das forças de repulsão interatômicas no material em solitação;
- c) para metais, o módulo de elasticidade será tanto maior quanto menor for sua temperatura de fusão, ocorrendo o inverso quando se consideram as temperaturas de solidificação;
- d) quanto maior for o módulo de elasticidade de um material, maior será o nível de deformação que este apresenta quando submetido ao esforço de tração dentro da região linear-elástica;
- e) **materiais monocristalinos possuem anisotropia elástica, apresentando dependência do módulo de elasticidade com seus eixos cristalográficos.**

QUESTÃO 23 – O ensaio de tração é um dos mais importantes e utilizados processos de caracterização mecânica de materiais, sendo fundamental para o conhecimento das propriedades necessárias ao desenvolvimento de projetos e fabricação de componentes a partir de um dado material. Sobre este ensaio e as propriedades obtidas a partir dele, é INCORRETO afirmar:

- a) **O Coeficiente de Poisson levantado no ensaio de tração é calculado a partir do quociente da deformação longitudinal pela deformação transversal, representando a rigidez do material na direção paralela à direção de aplicação da carga uniaxial;**
- b) O Limite de Proporcionalidade representa o nível máximo de tensão até o qual a Lei de Hooke pode ser aplicada, configurando o limite de validade da relação linear entre tensão e deformação expressa pelo módulo de elasticidade;
- c) A tensão convencional, nominal ou de engenharia obtida no ensaio de tração é calculada a partir da razão entre a carga aplicada e a área da seção transversal original do corpo de prova, normalmente medidas em Newtons (N) e metro quadrado (m²), respectivamente;
- d) O Módulo de Resiliência obtido a partir de um ensaio de tração representa a capacidade de um material absorver energia quando deformado elasticamente e liberá-la quando descarregado e sua quantificação é dada a partir da área sob a curva tensão-deformação calculada da origem até a constante de proporcionalidade;
- e) O Módulo de tenacidade corresponde à capacidade que o material apresenta de absorver energia até a fratura e sua quantificação consiste na energia absorvida por unidade de volume, do início do ensaio de tração até a fratura.

QUESTÃO 24 – Dadas as curvas tensão-deformação apresentadas abaixo, representando o comportamento sob tração dos materiais (a), (b) e (c), avaliando-se o comportamento de cada material apresentado, é CORRETO afirmar:

- Dentre os três materiais considerados, o material (a) é o que apresenta o maior nível de resistência à tração, dada a maior inclinação da curva que o representa em relação aos demais materiais;
- O material (b) possui um limite de escoamento menor do que aquele apresentado pelo material (c), já que a área sob a curva deste material (b) é consideravelmente superior à área apresentada pelo material (c);
- O material (a) é relativamente mais frágil que os materiais (b) e (c), haja vista a área que representa o módulo de tenacidade deste material ser consideravelmente inferior à apresentada pelos demais materiais;
- O material (c) apresenta um módulo de resiliência superior ao módulo de resiliência apresentado pelo material (b);
- Dentre os três materiais apresentados, o mais rígido é o material (b), dada sua maior capacidade de deformação frente aos demais materiais.



QUESTÃO 25 – A região de comportamento plástico é caracterizada pela presença de deformações permanentes no corpo de prova, com variações relativamente pequenas na tensão, acompanhadas de grandes variações na deformação. Sobre esta região e seus fenômenos, é INCORRETO afirmar:

- O limite de resistência à tração corresponde ao ponto de máxima carga atingida durante o ensaio, após o qual têm-se início a fase de ruptura;
- O fenômeno da estricção é caracterizado por uma lenta e gradual redução local da seção de fratura, decorrente do escorregamento generalizado dos planos atômicos de maior densidade;
- O encruamento resulta da interação entre discordâncias e suas interações com outros obstáculos, como solutos e contornos de grão, que impedem a livre movimentação das discordâncias;
- O limite de ruptura é definido como a última tensão suportada pelo material antes da fratura, sendo na maioria dos casos inferior ao limite de resistência à tração;
- O alongamento e a estricção são medidas da ductilidade (plasticidade) do material sendo o alongamento definido como a diferença entre o comprimento final e o comprimento inicial do corpo de prova.

QUESTÃO 26 – O tipo de fratura que é obtida nos corpos de prova ensaiados em tração é característico do nível de ductilidade do material e das condições de ensaio. Quanto às características da superfície de fratura obtida no ensaio é INCORRETO afirmar:

- a) Materiais dúcteis apresentam superfícies de fratura rugosas, características de intensa deformação plástica, caracterizada pelo tipo de fratura chamada taça-cone;
- b) Materiais frágeis apresentam superfícies de fratura relativamente lisas, que denotam altas velocidades de propagação de trinca, com baixíssimas taxas de deformação plástica;
- c) A deformação plástica geralmente ocorre por meio de um mecanismo de escorregamento de planos atômicos nos planos aonde a tensão de cisalhamento é máxima. Nas superfícies de fratura estes escorregamentos correspondem a planos formados à 90° do eixo de aplicação da tensão de tração;
- d) Para todos os materiais, em particular para os metais, as principais variáveis externas que afetam o comportamento durante a deformação, e conseqüentemente, as características da superfície de fratura, são temperatura, presença de entalhes favorecendo a formação de pontos concentradores de tensão, triaxialidade de tensões e altas taxas de deformação;
- e) O processo de fratura é constituído de duas partes: nucleação da trinca e coalescimento (propagação) da trinca, sendo a velocidade de propagação da trinca no material função da capacidade de deformação (ductilidade) do mesmo.

O desenvolvimento de novos materiais corresponde a um dos campos da ciência que tem adquirido grande destaque nas últimas décadas, dada a grande importância de estudos relacionados a esta área para o avanço tecnológico nos mais diversos ramos de atividades. Desde aplicações mais cotidianas e simples, como o uso de uma panela cerâmica ou metálica, até as mais complexas e tecnológicas, como nas indústrias aeroespaciais, o emprego dos materiais mais adequados torna-se decisivo para a obtenção de uma melhor resposta para a aplicação designada. Sendo assim, é de amplo conhecimento que as propriedades dos materiais sólidos estão diretamente relacionadas, dentre outros fatores, às ligações e arranjos atômicos que o material se apresenta. A respeito das estruturas dos materiais e parâmetros inerentes a estas, assinale a alternativa correta:

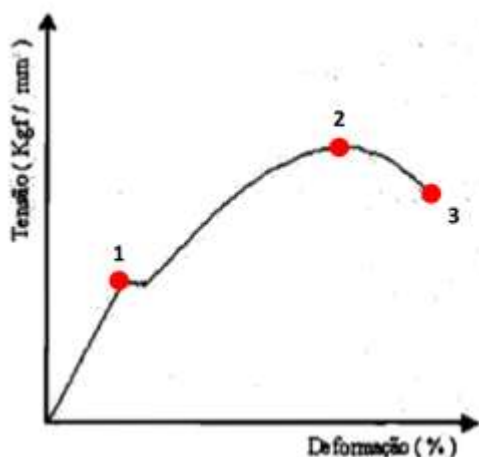
QUESTÃO 27 – Estruturas cristalinas que apresentam direções e planos com _____ densidades atômicas _____ uma maior deformação nos materiais metálicos, uma vez que indicam caminhos _____ para o deslocamento de discordâncias.

- a) Menores; Impedem; Preferenciais.
- b) Maiores; Favorecem; Preferenciais.
- c) Menores; Impedem; Preferenciais.
- d) Maiores; Impedem; Não preferenciais.
- e) Maiores; Favorecem; Não preferenciais.

QUESTÃO 28 – Nos diagramas de equilíbrio de fases, dentre as reações invariantes, a eutética corresponde a uma das reações mais importantes para a indústria metalúrgica. Sobre a **REAÇÃO EUTÉTICA**, é correto afirmar que:

- UMA fase líquida se transforma em UMA fase líquida diferente da anterior e em UMA fase sólida.
- UMA fase sólida se transforma em DUAS outras fases sólidas diferentes da precursora.
- UMA fase líquida e UMA fase sólida se transformam em UMA fase sólida diferente do sólido precursor.
- DUAS fases sólidas se transformam em UMA fase sólida diferente das precursoras.
- UMA fase líquida se transforma em DUAS fases sólidas.

QUESTÃO 29 – O ensaio de tração é um dos ensaios mecânicos mais utilizados para determinar a capacidade que um sólido tem de suportar solicitações aplicadas a uma estrutura e consiste em submeter um corpo de prova de geometria definida a um esforço crescente na direção axial do corpo de prova, levando-o até a ruptura. Na figura abaixo é apresentada uma curva de engenharia típica de um ensaio de tração. Marque



a alternativa que identifica corretamente os pontos 1, 2 e 3, respectivamente, indicados na figura:

- Limite de escoamento; Ponto de máxima tensão; Ponto de ruptura.
- Ponto de nucleação intensa de trincas; Limite de escoamento; Ponto de máxima tensão.
- Limite de escoamento; Ponto que determina o fim da deformação elástica; Ponto que indica o início do encruamento.
- Ponto que determina o fim da deformação plástica; Ponto de máxima tensão; Ponto de ruptura.
- Ponto que indica o fim do encruamento; Ponto de máxima tensão; Ponto que indica o início da nucleação de defeitos.

QUESTÃO 30 – A respeito da Isotropia e Anisotropia é correto afirmar que:

- Materiais isotrópicos são aqueles que apresentam propriedades variáveis em função da direção em que o material é submetido ao esforço.
- A madeira é um exemplo clássico de material isotrópico, uma vez que o alinhamento dos tecidos/fibras que a constituem conferem propriedades iguais para qualquer direção em que o esforço é aplicado sobre o material.
- Materiais metálicos policristalinos com macroestrutura constituída de grãos equiaxiais apresentam características isotrópicas.
- Materiais metálicos policristalinos com macroestrutura constituída de grãos colunares apresentam característica isotrópicas.
- Sempre são desejáveis materiais isotrópicos, isto é, a anisotropia corresponde a uma falha decorrente da fabricação de um material, portanto indesejável.