



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

CONCURSO PÚBLICO

CARGO

9

PESQUISADOR-TECNOLOGISTA EM  
METROLOGIA E QUALIDADE

ÁREA: METROLOGIA APLICADA A PROPRIEDADES TERMOFÍSICAS

CADERNO DE PROVAS - PARTE II  
CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS E DISCURSIVA

LEIA COM ATENÇÃO AS INSTRUÇÕES ABAIXO.

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

**OBSERVAÇÕES**

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

## CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

### QUESTÃO 41

A termogravimetria é uma técnica analítica muito utilizada para analisar compostos químicos, obtendo-se como resultado um termograma. Um equipamento para realizar análise termogravimétrica deve ter, no mínimo,

- A um microcalorímetro, uma balança de precisão e um forno com temperatura variável.
- B um picnômetro, uma balança de precisão e um forno com temperatura variável.
- C um medidor volumétrico, uma balança de precisão e um forno com temperatura variável.
- D um microcalorímetro, um analisador de gravidade e um forno com temperatura variável.
- E uma balança de precisão e um forno com temperatura variável.

### QUESTÃO 42

Em relação às condições da análise, o perfil de um termograma

- A depende da atmosfera gasosa a que a amostra está submetida, e por isso a câmara de análise deve ser mantida fechada e com um gás previamente determinado no seu interior.
- B depende da atmosfera gasosa a que a amostra está submetida, e por isso deve-se manter a câmara de análise aberta e com um fluxo constante do gás previamente determinado.
- C depende da atmosfera gasosa a que a amostra está submetida, e por isso se deve manter a câmara de análise fechada e sob vácuo.
- D independe da atmosfera gasosa a que a amostra está submetida, e por isso pode-se deixar a câmara de análise fechada com qualquer gás no seu interior.
- E independe da atmosfera gasosa a que a amostra está submetida, e por isso pode-se deixar a câmara de análise aberta.

### QUESTÃO 43

Por meio de resultados de uma análise pela técnica termogravimétrica

- A é possível determinar a massa específica da amostra.
- B é possível determinar a estabilidade dimensional da amostra.
- C se analisado um composto que contém átomos metálicos, é possível determinar o teor desse metal na amostra.
- D pode-se determinar se ocorrem mudanças no arranjo cristalino de um sólido.
- E pode-se determinar o teor de carbono, hidrogênio e de nitrogênio (CHN) na amostra.

### QUESTÃO 44

Assinale a opção correta em relação aos fenômenos de mudança de estado da matéria em uma análise termogravimétrica.

- A O calor de fusão está associado ao aumento da energia cinética média das moléculas.
- B Existem dois tipos de adsorção: a relativamente fraca, adsorção química, e a mais forte, adsorção física.
- C Em uma adsorção de van der Waals, é gerado consideravelmente mais calor do que em uma quimissorção.
- D O ponto de ebulição de um líquido é a temperatura na qual a pressão de vapor do líquido é igual à pressão externa.
- E Se, em uma dada temperatura, dois líquidos apresentam pressões de vapor diferentes, é correto afirmar que as forças intermoleculares são maiores no líquido cuja pressão de vapor é maior.

### Texto para as questões 45 e 46

Entre muitas aplicações, a termogravimetria é largamente utilizada para a determinação de parâmetros cinéticos de reações de termodecomposição. Essa determinação pode ser embasada na equação de Arrhenius  $\frac{dx}{dt} = Kf(x)$ , em que  $x$  é a fração de decomposição do material aquecido;  $t$  é o tempo e  $K$  é um coeficiente da taxa de reação que, em geral, varia com a temperatura como  $K = Ae^{-E/RT}$ , sendo  $A$  o fator pré-exponencial de Arrhenius,  $R$  a constante universal dos gases,  $T$  a temperatura em graus kelvin e  $E$  a energia de ativação.

### QUESTÃO 45

Em relação à cinética das reações químicas, assinale a opção correta.

- A O aumento da temperatura diminui a velocidade de reação.
- B A descrição detalhada da sequência de etapas individuais que conduzem os reagentes aos produtos é definida como velocidade da reação.
- C Os mecanismos de uma reação são obtidos principalmente por modelos teóricos, sendo a determinação experimental muito complexa.
- D Além da temperatura, a velocidade de uma reação geralmente depende das concentrações dos reagentes e das áreas das superfícies em contato com os reagentes.
- E Em temperaturas mais elevadas, a curva de distribuição de energias cinéticas moleculares desloca-se no sentido de se ter um número maior de moléculas lentas e menor de moléculas rápidas.

**QUESTÃO 46**

Considerando as informações do texto e que as medidas termogravimétricas são obtidas em uma taxa constante de aquecimento, sendo  $q$  a variação da temperatura ao longo do tempo, determina-se a energia de ativação de um dado mecanismo de termodecomposição a partir da equação logarítmica

- A**  $\ln(dx/dT) = \ln(A/q) + \ln(f(x)) - \frac{E^2}{RT}$ .
- B**  $\ln(dx/dT) = \ln(A/q) + \ln\left(\frac{f(x)}{RT}\right) - \frac{E}{RT}$ .
- C**  $\ln(dx/dT) = \ln(A/q) + \ln(f(x)) - \frac{E}{RT}$ .
- D**  $\ln(dx/dT) = \ln(q/A) + \ln(f(x)) - \frac{E^2}{R^2T}$ .
- E**  $\ln(dx/dT) = \ln(q/A) + \ln(f(x)) - \frac{E^2}{RT^2}$ .

**QUESTÃO 47**

No contexto da mecânica quântica, considere que um experimento ideal é aquele no qual todas as condições iniciais e finais do experimento são completamente conhecidas e que um evento é um conjunto específico de condições iniciais e finais. Assinale a opção correta em relação à mecânica quântica e aos seus princípios.

- A** Se  $\Phi = \Phi_1 + \Phi_2$  for a amplitude de probabilidade de um evento, então a probabilidade desse evento será  $P = |\Phi_1|^2 + |\Phi_2|^2$ .
- B** A probabilidade de um evento, em um experimento ideal, é o quadrado do valor absoluto de um número real chamado de amplitude de probabilidade.
- C** Em relação à equação de Schrödinger independente do tempo, as autofunções devem ser finitas e unívocas com primeiras e segundas derivadas também finitas e unívocas.
- D** É postulado da mecânica quântica que os únicos resultados possíveis de uma medição de uma quantidade física em um experimento ideal é um dos autovalores do seu correspondente observável.
- E** Em um experimento ideal, em que um evento pode ocorrer de várias formas opcionais, a probabilidade desse evento é o produto das probabilidades de cada opção com a interferência das amplitudes de probabilidade.

**QUESTÃO 48**

Um dos mais importantes resultados da mecânica quântica foi o seu sucesso em explicar o espectro energético do átomo de hidrogênio. Em relação à equação de Schrödinger independente do tempo para o átomo de hidrogênio, assinale a opção correta.

- A** O estado de mais baixa energia, ou seja, o estado fundamental, é degenerado.
- B** A energia de um estado qualquer depende apenas do número quântico principal  $n$  e decresce com o aumento de  $n$ .
- C** A distribuição angular da função de onda do elétron é representada por funções chamadas harmônicos esféricos.
- D** Os estados que satisfazem a equação de Schrödinger para um elétron em um campo coulombiano são caracterizados por três números semi-inteiros.
- E** Por não apresentar momento angular nulo, o estado fundamental do átomo de hidrogênio, assim como os primeiros estados excitados, não apresenta simetria esférica.

**QUESTÃO 49**

Considerando  $n$  o número quântico principal e  $\ell$  o número quântico orbital no contexto da solução da equação de Schrödinger independente do tempo para o átomo de hidrogênio, assinale o maior valor permitido para  $\ell$  se  $n = 3$ .

- A** 0
- B** 1
- C** 2
- D** 3
- E** 4

**QUESTÃO 50**

Em relação às ligações químicas, assinale a opção correta.

- A** Na ligação iônica, os íons de cargas opostas atraem-se devido a forças eletrostáticas.
- B** Dois cátions ou dois ânions formam um par iônico e, portanto, atraem-se eletrostaticamente.
- C** O átomo de hidrogênio possui um elétron e um próton, podendo formar até duas ligações covalentes.
- D** Uma ligação formada entre dois átomos com eletronegatividades iguais é denominada de ligação polar.
- E** Quando um átomo possui energia de ionização baixa e outro apresenta uma afinidade eletrônica alta, um ou mais elétrons podem se transferir do primeiro para o segundo para formar uma ligação covalente.

**QUESTÃO 51**

O estado cristalino caracteriza-se pela repetição espacial de um ou mais átomos arranjados em uma estrutura básica. Em relação aos conceitos do estado sólido, assinale a opção correta.

- A** As redes de Bravais possuem simetria de inversão.
- B** A rede de Bravais mais simples é a rede cúbica simples que, devido à sua natureza trivial, não caracteriza nenhum elemento da natureza.
- C** Os vetores primitivos ou vetores base são caracterizados por números inteiros que expandem o cristal a partir de uma célula básica.
- D** Por se tratar de um conceito físico, as redes de Bravais caracterizam-se pelo arranjo finito de pontos dispostos regularmente no espaço.
- E** A rede cúbica de corpo centrado e a rede cúbica de face centrada são exemplos de redes que caracterizam diversos elementos da natureza.

**QUESTÃO 52**

O conceito de rede recíproca é muito útil no contexto do estado sólido no que concerne às operações matemáticas. A rede recíproca de uma rede de Bravais também é uma rede de Bravais, porém com vetores primitivos distintos. Assinale a opção que corresponde a um vetor primitivo da rede recíproca se a rede direta correspondente é do tipo cúbica simples de bases  $a_1 = a\hat{i}$ ,  $a_2 = a\hat{j}$  e  $a_3 = a\hat{k}$ .

- A**  $\left(\frac{2\pi}{a}\right)\hat{i}$
- B**  $\left(\frac{3\pi}{a}\right)\hat{j}$
- C**  $\left(\frac{4\pi}{a}\right)\hat{k}$
- D**  $\left(\frac{5\pi}{a}\right)\hat{j}$
- E**  $\left(\frac{6\pi}{a}\right)\hat{i}$

**QUESTÃO 53**

Em relação à capacidade calorífica e à condutividade dos sólidos, assinale a opção correta.

- A** A teoria clássica prediz que a capacidade calorífica molar cresce linearmente com a temperatura.
- B** Diferentemente da teoria de Debye, a teoria de Einstein para a capacidade calorífica molar aplica-se melhor em baixas temperaturas.
- C** O modelo de Drude, largamente utilizado na descrição teórica de condutividade, considera um metal como um gás de elétrons livres.
- D** Mesmo não concordando com o modelo clássico, a teoria de Einstein para a capacidade calorífica pode ser aplicada em temperaturas intermediárias.
- E** As propriedades de condução nos metais são consequências diretas do surgimento de uma estrutura de bandas de energia cuja ocupação por elétrons, no entanto, não obedece ao princípio de exclusão de Pauli.

**QUESTÃO 54**

A lei de Bragg é uma importante ferramenta do estado sólido, principalmente no que concerne à estrutura cristalina dos materiais. Essa lei prevê as condições necessárias para que feixes de raios X sejam difratados por um cristal, ou seja, em que  $2d \times \sin\theta = m\lambda$ , sendo  $d$  o espaçamento de rede,  $\theta$  o ângulo entre os planos do cristal e o feixe  $m$  um número natural não nulo e  $\lambda$  o comprimento de onda do feixe de raio X. Considerando que o seno do ângulo entre os planos do cristal e o feixe que irá resultar em reflexão total construtiva dos raios é de 0,04, assinale a opção que corresponde ao maior comprimento de onda desse feixe de raio X que incide sobre um cristal com espaçamento de rede igual a 0,3 nm.

- A** 0,12 pm
- B** 0,24 pm
- C** 0,24 nm
- D** 1,20 nm
- E** 2,40 nm

**QUESTÃO 55**

A termodinâmica é uma teoria que trata das propriedades dos materiais sem levar em consideração *a priori* a estrutura interna do material. Em relação às leis da termodinâmica e suas consequências, assinale a opção correta.

- Ⓐ O trabalho é a variação de energia devido à diferença de temperatura.
- Ⓑ Nos processos reversíveis, a entropia de todas as partes do sistema aumenta.
- Ⓒ Nos processos irreversíveis, a entropia total do sistema permanece constante.
- Ⓓ Nos processos irreversíveis, não existe conservação da energia total do sistema.
- Ⓔ A soma do calor cedido ao sistema com o trabalho realizado sobre o sistema é igual ao aumento da energia interna.

**QUESTÃO 56**

Considerando um sistema físico isolado e em equilíbrio, formado por duas salas de mesmo tamanho ligadas por um corredor, mantidas a temperaturas distintas contendo um gás ideal, assinale a opção correta.

- Ⓐ A sala de temperatura maior tem mais gás.
- Ⓑ A sala de temperatura menor tem mais gás.
- Ⓒ A sala de temperatura menor tem pressão menor.
- Ⓓ A sala de temperatura maior tem pressão menor.
- Ⓔ No equilíbrio haverá um gradiente de pressão positivo no sentido da sala de menor temperatura para de maior temperatura.

**QUESTÃO 57**

Considerando a influência produzida pelo fornecimento de calor a um sistema no qual um sólido está em equilíbrio com um líquido, e que a densidade do sólido é maior do que a do líquido, assinale a opção correta.

- Ⓐ O processo endotérmico é desfavorecido pelo fornecimento de calor.
- Ⓑ O fornecimento de calor a pressão constante produz uma contração no sistema.
- Ⓒ O fornecimento de calor a volume constante produz uma diminuição da pressão.
- Ⓓ O aumento da temperatura desloca o equilíbrio favorecendo a formação de líquido.
- Ⓔ Considerando os processos de fusão a pressão constante, a maioria dos sólidos contrai-se assim que são fundidos.

**QUESTÃO 58**

Considere um poço de potencial unidimensional finito definido por  $V(x) = V_0$ , para  $x < -a/2$  ou  $x > a/2$ , e  $V(x) = 0$ , para  $-a/2 < x < a/2$ , em que  $a$  e  $V_0$  são constantes positivas. Com base nessas informações e a respeito da função de onda de uma partícula quântica de energia  $E$  movimentando-se nessa região, assinale a opção correta.

- Ⓐ Para  $E > V_0$ , na região externa ao poço, a função de onda da partícula independe da altura do poço.
- Ⓑ Para  $E > V_0$ , a função de onda da partícula, na região interna ao poço, terá forma semelhante à de uma partícula livre.
- Ⓒ Para  $E < V_0$ , a função de onda da partícula possui caráter puramente oscilatório devido à interação com o potencial do poço na região externa a ele.
- Ⓓ Para  $E < V_0$ , a função de onda da partícula consiste em uma combinação linear de exponenciais complexas puras (exponenciais imaginárias) em todo o espaço.
- Ⓔ À função de onda de partículas em poços são associados espectros de energia discretos, característicos de sistemas quânticos, para qualquer valor de  $E$ , ao contrário dos sistemas clássicos, que possuem espectros contínuos de energia.

**QUESTÃO 59**

O poço de potencial infinito, definido por  $V(x) = +\infty$ , para  $x < -a/2$  ou  $x > a/2$ , e  $V(x) = 0$ , para  $-a/2 < x < a/2$ , é bastante utilizado por ser considerado uma boa aproximação de poços finitos com barreiras grandes. Em muitos aspectos, a solução desse tipo de problema é semelhante à do poço finito. Com relação às características dos poços de potencial e aos métodos para sua solução, assinale a opção correta.

- Ⓐ Na situação em apreço, a forma da função de onda de uma partícula quântica é oscilatória em todo o espaço, independentemente da energia da partícula.
- Ⓑ Para um poço infinito, uma partícula pode ter uma função de onda associada a ela não nula na região fora do poço, caso essa partícula possua energia grande o suficiente.
- Ⓒ A existência de um estado com energia zero no interior de um poço quântico infinito confirma a tese que considera a mecânica quântica como caso mais geral da mecânica clássica.
- Ⓓ Diferentemente do caso do poço finito, para poços infinitos não se pode invocar a condição de continuidade da derivada da função de onda na extremidade do poço.
- Ⓔ O espectro energético do presente sistema cresce parabolicamente com o número quântico principal  $n$ , em que  $n = 0, 1, 2, \dots$  é um número inteiro não negativo, que descreve o estado quântico do sistema.

## QUESTÃO 60

O hidrogênio é o elemento mais abundante da natureza, consistindo aproximadamente em três quartos de toda a massa conhecida do universo. O estudo desse átomo contribuiu fundamentalmente para a teoria quântica, entre outros fatores, porque

- A a equação de Schrödinger pode ser analiticamente resolvida, para esse sistema.
- B a função de onda é puramente radial, uma vez que a parte angular é desprezível para esse sistema.
- C o hidrogênio não possui outros isótopos, o que torna o sistema a ser tratado matematicamente simples ao se resolver a equação de Schrödinger, por exemplo.
- D o hidrogênio é um átomo com propriedades muito semelhantes aos demais de sua família, cujo modelo, por ser bastante simples, pode ser utilizado para se estudar os demais elementos da coluna 1A.
- E pode-se modelar átomos mais complexos, como o hélio, por uma mera justaposição de átomos de hidrogênio.

## QUESTÃO 61

Um dos princípios da teoria quântica não relativística é a equação de Schrödinger. Com o desenvolvimento dessa teoria, tornou-se possível descrever vários sistemas cujo comportamento era fortemente alterado devido a uma propriedade chamada *spin*. Acerca do *spin* nessa teoria, assinale a opção correta.

- A O *spin* aparece naturalmente na solução da equação de Schrödinger.
- B O sistema deve ser independente do número quântico de *spin*, uma vez que *spin* é uma propriedade intrinsecamente relativística.
- C A teoria quântica não foi capaz de prever experimentos que demonstrassem a importância do número quântico de *spin*.
- D O sistema depende do número quântico de *spin*, pois *spin* é uma propriedade puramente clássica oriunda do movimento de rotação do elétron em torno do seu eixo.
- E O *spin* deve ser introduzido *ad-hoc* nessa teoria e, ainda assim, o princípio de antissimetria da função de onda deve ser satisfeito para determinadas classes de sistema.

## QUESTÃO 62

Muitos dos modelos mais usados para o estudo de calor específico em sólidos consideram as redes cristalinas como um conjunto de sítios ligados por molas, como sistemas de  $N$  osciladores. Dependendo do tipo de aproximação considerada, um modelo pode se adequar mais ou menos a cada situação física. Entre os modelos para o calor específico de sólidos, destacam-se o modelo de Dulong Petit, o de Einstein e o de Debye. Assinale a opção que, corretamente, associa cada modelo à condição que pode determinar sua validade.

- A Modelo de Einstein: calor específico tende ao valor clássico para temperatura que tende a zero.
- B Modelo de Debye: não resgata o limite clássico por se tratar de um modelo em que os osciladores não são independentes.
- C Modelo de Einstein: não é aplicável em nenhum regime por se tratar de um modelo de osciladores harmônicos desacoplados.
- D Lei de Dulong-Petit (limite clássico): calor específico independe da temperatura, o que é aproximadamente válido para altas temperaturas.
- E Lei de Dulong-Petit (limite clássico): resgata o calor específico experimental para todos os regimes térmicos.

## QUESTÃO 63

A estrutura cristalina é estudada por meio de difração de partículas como fótons, elétrons e nêutrons, uma vez que o espalhamento de um feixe de partículas depende intrinsecamente da geometria da rede. Dessa forma, conhecendo-se o padrão de difração e as propriedades do feixe espalhado, pode-se obter a configuração geométrica da rede. No estudo de difração são importantes as grandezas  $d$ ,  $\theta$  e  $\lambda$  (espaçamento entre as linhas de uma rede, ângulo entre a direção do feixe e direção horizontal e  $\lambda$  comprimento de onda, respectivamente). Uma das leis fundamentais que regem a difração de ondas em um cristal é a lei de Bragg,

- A cuja expressão  $2d \times \sin\theta = n\lambda$ , é válida para interferências destrutivas.
- B que afirma que as reflexões de Bragg só ocorrem para comprimentos de onda em que  $\lambda \geq 2d$ .
- C consequência da não perfeita periodicidade da rede cristalina real. Daí sua utilidade prática, uma vez que todo sólido possui imperfeições.
- D que afirma que interferências construtivas ocorrem para planos sucessivos, quando a diferença no percurso do feixe é um número inteiro de comprimentos de onda.
- E que, tanto para o caso de planos cristalinos paralelos como para planos não paralelos, apresenta a mesma expressão matemática com os mesmos parâmetros.

**QUESTÃO 64**

Estudos de difração fornecem uma visão do cristal no espaço dos vetores de onda. A utilidade desse tipo de estudo diz respeito à estreita relação entre a representação da rede em termos dos vetores de onda (a rede recíproca) e a representação geométrica usual (a rede direta). Em uma rede cristalina perfeita, a relação entre os vetores  $\ell$  do espaço direto e os vetores  $\mathbf{g}$  do espaço recíproco é dada por

- A  $e^{2\pi i \ell \cdot \mathbf{g}} = 1$ .
- B  $\ell \cdot \mathbf{g} = 1$ .
- C  $\ell \cdot \mathbf{g} = n$ .
- D  $\ell + \mathbf{g} = 1$ .
- E  $e^{i \ell \cdot \mathbf{g}} = 1$ .

**QUESTÃO 65**

Uma rede de Bravais consiste em um arranjo de infinitos pontos no espaço, dispostos regularmente de tal forma que, dado um conjunto de vetores de base  $(\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3)$ , qualquer sítio pode ser localizado por um vetor do tipo  $\mathbf{R} = n_1\mathbf{a}_1 + n_2\mathbf{a}_2 + n_3\mathbf{a}_3$ . A estrita definição desse conceito

- A é válida somente para índices  $n_k$ s inteiros e semi-inteiros.
- B abrange o conceito de índices cristalográficos, definidos por  $(\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3)$ .
- C falha ao tratar efeitos de superfície, pois a rede não é mais igualmente espaçada nessa região.
- D decorre da invariância translacional, atendida para todos os sítios de uma rede cristalina real.
- E abrange a situação anômala de uma rede Bravais com mais de um átomo em cada célula unitária.

**QUESTÃO 66**

A orientação de planos cristalinos é determinada pelo conhecimento de três pontos no plano. A partir desses pontos, definem-se os índices cristalográficos que representam a geometria da rede. Acerca da determinação de planos cristalográficos, assinale a opção que consiste em uma importante restrição na escolha desses pontos.

- A Os pontos não podem ser descritos em termos das constantes de rede.
- B Cada um desses pontos está situado sobre um dos eixos de um sistema cartesiano.
- C Os pontos são não colineares, podendo ser descritos em termos das constantes de rede.
- D Os pontos distam, uns dos outros, de um número inteiro de constantes de rede, podendo ser descritos em termos dessas constantes.
- E Os pontos distam, uns dos outros, de um número ímpar de constantes de rede, podendo ser descritos em termos dessas constantes.

**Texto para as questões 67 e 68**

Em um sistema termodinâmico, ao se percorrer um ciclo qualquer, a integral cíclica do calor é proporcional à integral cíclica do trabalho. Essa é uma das formas de enunciar a primeira lei da termodinâmica para ciclos. A segunda lei da termodinâmica afirma que é impossível construir um dispositivo que opere em ciclos cujo único efeito seja a transferência de calor de um corpo frio para um corpo quente.

**QUESTÃO 67**

A versão do enunciado da primeira lei da termodinâmica descrita acima decorre

- A da estrita equivalência dos conceitos de trabalho e calor, verificada inclusive em uma análise dimensional dessas grandezas.
- B do princípio de conservação de energia, levando em consideração que calor e trabalho são diferentes manifestações dessa grandeza.
- C da definição de um processo cíclico como sendo aquele em que o sistema passa por um determinado conjunto de processos atingindo um estado final com energia maior.
- D do fato de que em um ciclo termodinâmico, como, por exemplo, o de um motor de combustão, a energia é liberada de forma que o estado final apresente sempre energia menor que o inicial.
- E da estrita equivalência dos conceitos de trabalho e calor, a menos da unidade dimensional usada em cada uma dessas grandezas, pois essa lei tem sua dimensionalidade corrigida pela constante de proporcionalidade.

**QUESTÃO 68**

Ainda com base nas leis da termodinâmica, assinale a opção correta.

- A A geração de energia elétrica a partir do calor da Terra (energia geotérmica) é inviável por infringir a segunda lei da termodinâmica.
- B Em um eletrodoméstico, como uma máquina de lavar roupas, toda a potência elétrica recebida é utilizada para girar o motor, ou seja, a energia elétrica é totalmente convertida em energia mecânica.
- C A segunda lei da termodinâmica pode ser entendida como um princípio de minimização da entropia, da mesma forma que outras leis em física decorrem de princípios de minimização de energia.
- D De acordo com o enunciado apresentado acerca da segunda lei da termodinâmica, é impossível a existência de um refrigerador que, para retirar calor de um ambiente, produza mais calor externamente.
- E Em um processo termodinâmico de conversão de energia, é possível haver uma situação em que todo o trabalho seja convertido em calor, e isso não contraria a primeira, tampouco a segunda lei da termodinâmica.

**QUESTÃO 69**

Um gás ideal pode ser modelado como um composto de partículas pontuais não interagentes se movimentando aleatoriamente. Levando em consideração esse modelo, infere-se que um gás real se aproxima mais de um gás ideal, permanecendo constante os demais parâmetros, quando

- A o gás real é submetido a altas pressões.
- B a densidade do gás real é muito grande.
- C o gás real é submetido a altas temperaturas.
- D o gás real é composto de moléculas com massa específica grande.
- E as moléculas do gás estão submetidas a um potencial de longo alcance.

**QUESTÃO 70**

A termodinâmica é regida por um conjunto de leis experimentalmente estabelecidas. Assinale a opção que relaciona corretamente uma lei da termodinâmica ao seu significado ou à sua correta interpretação.

- A Lei zero: dois corpos em equilíbrio térmico com um terceiro podem não estar em equilíbrio térmico entre si.
- B Terceira lei: quando um sistema se aproxima do zero absoluto, sua entropia tende a zero, sendo essa uma forma de definir entropia.
- C Primeira lei: não se pode construir dispositivo cujo único efeito seja a transferência de energia térmica de um corpo frio para um corpo quente.
- D Lei zero: em um processo irreversível, a variação de entropia do universo é nula.
- E Segunda lei: quando temperaturas aumentam a entropia tende a aumentar até atingir um máximo, o que define temperatura absoluta.

**QUESTÃO 71**

Transições de fase são fenômenos caracterizados pela transformação de meios com correspondente mudança de suas propriedades. Entre as diversas formas de classificação de transições de fase estão aquelas de primeira e segunda ordens. Acerca desses dois tipos de transição, assinale a opção correta.

- A Em uma típica transição de fase de primeira ordem, alguns parâmetros, como a entropia, sofrem alterações descontínuas, fato que dá origem ao calor latente.
- B O calor latente associado a transições de fase de segunda ordem explica o aumento da temperatura de uma substância pura durante o processo de fusão, por exemplo.
- C O tipo de transição de fase que determinado sistema sofre independe da natureza deste. Um exemplo disso é a transição ferromagnética, comum a qualquer material.
- D Transições de fase de segunda ordem não são observadas na natureza, nem mesmo em laboratório, por violarem o princípio fundamental da segunda lei da termodinâmica.
- E Em um processo de ebulição de água, tem-se uma transição de fase de primeira ordem, onde o calor cedido ao processo é totalmente utilizado no aumento da temperatura do sistema, de acordo com a primeira lei da termodinâmica.

**QUESTÃO 72**

Considere que uma análise termogravimétrica tenha sido realizada utilizando 10 mg de amostra, a uma temperatura inicial de 25 °C, com uma taxa de aquecimento de 5 °C/min em fluxo de 10 mL/min de gás argônio. A análise foi realizada por um período de 2 h e 30 min. Assim, a temperatura em que a análise foi finalizada é de

- A 55 °C.
- B 750 °C.
- C 775 °C.
- D 1500 °C.
- E 1525 °C.

**QUESTÃO 73**

Considere que curvas de TG e DTG foram realizadas com 5 mg de uma amostra de calcário  $[(\text{MgCO}_3)_x(\text{CaCO}_3)_y(\text{H}_2\text{O})_z]$  com uma razão de aquecimento de 20 °C/min, sob atmosfera de ar com vazão de 100 mL/min. É conhecido que o MgO é formado a partir do  $\text{MgCO}_3$  após a temperatura de 500 °C e que o CaO é formado a partir de 700 °C. O experimento apresentou 3 eventos de perdas térmicas: o primeiro entre 100-150 °C, em que se observou a perda de 0,25 mg de massa; o segundo entre 500-550°C, onde foi observado 0,34 mg de perda de massa; e o último evento térmico entre 700-900°C, em que foi observado 1,8 mg de perda de massa. Sabendo que  $M(\text{Mg}) = 24 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{O}) = 16 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{Ca}) = 40 \text{ g/mol}$  e  $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$ , a porcentagem em massa de carbonato de cálcio na amostra de calcário é de

- A 36,0%.
- B 37,9%.
- C 82,0%.
- D 86,3%.
- E 95,0%.

**QUESTÃO 74**

Assinale a opção que apresentam as entalpias correspondentes aos fenômenos de fusão, desidratação, adsorção e oxidação pela atmosfera gasosa, respectivamente, obtidas por calorimetria exploratória diferencial.

- A endotérmico, endotérmico, exotérmico e exotérmico
- B endotérmico, exotérmico, exotérmico e exotérmico
- C endotérmico, endotérmico, endotérmico e exotérmico
- D endotérmico, endotérmico, exotérmico e endotérmico
- E exotérmico, endotérmico, endotérmico e endotérmico

**RASCUNHO**

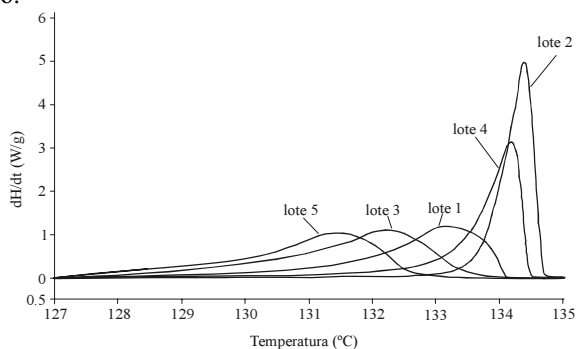
**QUESTÃO 75**

As curvas de DTA e DSC são semelhantes, exceto na unidade do eixo da ordenada. Acerca desse assunto, assinale a opção correta.

- A** Na DTA, o parâmetro medido é a diferença de temperatura entre a amostra e o material inerte de referência. Já na DSC, o parâmetro obtido é a variação de calor obtida pela variação de massa em função da temperatura.
- B** Na DTA, o parâmetro medido é a variação de massa em função da temperatura. Já na DSC, com a compensação de potência, a amostra e o material referência são mantidas isotermicamente pelo uso de aquecedores individuais. Assim, o parâmetro obtido é a diferença de potência dos aquecedores (dH/dt).
- C** Na DTA, com a compensação de potência, a amostra e o material referência são mantidas isotermicamente pelo uso de aquecedores individuais. Assim, o parâmetro obtido é a diferença de potência dos aquecedores (dH/dt). Já na DSC, o parâmetro medido é a diferença entre as temperaturas da amostra e do material inerte de referência.
- D** Tanto na DTA, quanto no DSC, os mesmos parâmetros são obtidos, mas existe uma diferença no *software* de aquisição de dados.
- E** Na DTA, o parâmetro medido é a diferença de temperaturas entre a da amostra e do material inerte de referência. Já na DSC, com a compensação de potência, a amostra e o material referência são mantidas isotermicamente pelo uso de aquecedores individuais. Assim, o parâmetro obtido é a diferença de potência dos aquecedores (dH/dt).

**QUESTÃO 76**

Uma indústria farmacêutica recebeu quatro diferentes lotes de fenacetina pura (100%). No entanto, os quatro lotes apresentaram diferentes valores de ponto de fusão quanto analisados por DSC. O lote 1 apresentou uma temperatura de fusão de 133,2 °C; o lote 2 de 134,4 °C; o lote 3 de 132,15 °C; e o lote 4 de 134,1 °C; e o lote 5 de 131,1 °C, conforme a curva da figura abaixo.



Com bases nos valores de ponto de fusão e no perfil das curvas de DSC, o lote mais puro corresponde ao

- A** lote 1.
- B** lote 2.
- C** lote 3.
- D** lote 4.
- E** lote 5.

**QUESTÃO 77**

Realizou-se análises de DSC em diversas amostras de petróleo em 10 bar de metano para determinar a entalpia de pirólise do petróleo. Os dados obtidos estão descritos na tabela a seguir.

Tabela 1 - Entalpia de pirólise de amostras de petróleo a 10 bar de metano com uma taxa de aquecimento de  $10\text{ }^{\circ}\text{C} \times \text{min}^{-1}$ .

n.º da amostra	entalpia de pirólise (mJ/mg)	resíduo a 400 °C (g)
1	956	81
2	892	70
3	438	37
4	235	35
5	1.244	89

Com base nos dados obtidos, assinale a opção que apresenta o efeito da entalpia de pirólise na quantidade residual e a razão por que a quantidade residual depende da entalpia de pirólise do petróleo.

- A** A quantidade residual aumenta com o aumento da entalpia de pirólise. Quanto maior for a entalpia de pirólise, maior será o poder de combustão e, conseqüentemente, maior a quantidade de resíduo.
- B** A quantidade residual diminui com o aumento da entalpia de pirólise. A pirólise é um processo endotérmico, no qual é necessário fornecer energia para quebrar as ligações químicas das diversas moléculas componentes do petróleo. Dessa forma, o valor da entalpia de pirólise é proporcional à dificuldade de quebra dessas ligações e, conseqüentemente, proporcional à taxa residual.
- C** A quantidade residual aumenta com o aumento da entalpia de pirólise. A pirólise é um processo endotérmico, no qual é necessário fornecer energia para quebrar as ligações químicas das diversas moléculas componentes do petróleo. Dessa forma, o valor da entalpia de pirólise é proporcional a dificuldade de quebra dessas ligações e, conseqüentemente, proporcional à taxa residual.
- D** A quantidade residual diminui com o aumento da entalpia de pirólise. Quanto maior a entalpia de pirólise, maior o poder de combustão e, conseqüentemente, maior será a quantidade de resíduo.
- E** A quantidade residual aumenta com o aumento da entalpia de pirólise. O processo de pirólise é exotérmico. Assim, quanto mais endotérmico for a entalpia de pirólise, maior será a taxa residual.

**QUESTÃO 78**

Nos trabalhos pioneiros de Davies, Dewitt e Emmet sobre estudos de adsorção de gases para a determinação da área superficial e porosidade de materiais, eles trabalharam com quatro adsorbatos específicos: nitrogênio a 78 K, criptônio a 195 K, butano a 273 K e freon-21 a 273 K. A essas temperaturas, determinou-se que a área molecular desses compostos eram de  $16,2 \text{ \AA}^2$  para o nitrogênio,  $43,4 \text{ \AA}^2$  para o criptônio,  $46,9 \text{ \AA}^2$  para o butano e  $40,1 \text{ \AA}^2$  para o freon-21. Considerando a técnica de adsorção de gases para a determinação da área superficial de materiais, assinale a opção que apresenta o adsorbato, entre os gases citados, que é o mais apropriado para a realização desses ensaios e a(s) razão (razões) para essa escolha.

- A** O  $N_2$  é o mais indicado porque as análises podem ser realizadas a baixas temperaturas.
- B** Antigamente, o mais utilizado era o freon-21, mas com os problemas de destruição da camada de ozônio, ele foi substituído, sendo atualmente o  $N_2$  o gás mais indicado para esses ensaios, devido ao baixo preço desse composto em comparação aos demais.
- C** O butano é o mais indicado devido a sua alta área molecular, o que permite a interpretação correta da superfície estudada.
- D** O  $N_2$  é o mais indicado porque ele apresenta a menor área molecular, o que facilita a sua penetração nos poros das amostras.
- E** Os mais indicados são o butano e o freon-21, porque as análises podem ser realizadas a baixas temperaturas.

**QUESTÃO 79**

Foi solicitada a análise da área superficial de lote de carvão ativado. O analista separou quatro amostras do lote para realizar as suas análises. Porém, o analista, sem perceber, derrubou metanol sobre três das quatro amostras desse lote. A partir do histórico dessa amostragem, assinale a opção correta acerca da variação prevista entre o resultado das análises dessas amostras e o resultado se não houvesse ocorrido o derramamento de metanol.

- A** Os resultados deverão ser iguais, pois a presença de solvente não altera a área superficial das amostras
- B** Os resultados não devem variar, pois o metanol é muito volátil.
- C** O resultado deve mudar totalmente, pois as amostras contaminadas com metanol tiveram todos os seus sítios bloqueados e não apresentam nenhuma área superficial.
- D** Os resultados devem se alterar totalmente, pois o metanol bloqueou sítios do carvão. Assim, quanto maior a quantidade de metanol adsorvida no carvão, menor será a área superficial.
- E** Os resultados devem se alterar totalmente, pois o metanol liberou os sítios do carvão, devido à sua volatilidade. Assim, quanto maior for a quantidade de metanol adsorvida no carvão, maior será a área superficial medida.

**QUESTÃO 80**

Foram realizadas análises de poros de quatro diferentes sílicas, utilizando  $N_2$  (77 K) e  $CCl_4$  (298 K) como adsorbatos.

amostras de sílica	$A_{(BET)} \text{ (m}^2\text{/g)}$ utilizando $N_2$	$A_{(BET)} \text{ (m}^2\text{/g)}$ utilizando $CCl_4$
Fransil	38,7	18
TK70	36,3	27
TK800	154	69
Aerosil200	194	116

Ocorreu diferença nos resultados de área superficial porque

- A** as análises com  $N_2$  foram realizadas à 77 K, enquanto as análises com  $Cl_4$  foram realizadas à 298 K. Isso ocorre, pois o abaixamento da temperatura facilita adsorção nos poros dos materiais.
- B** parte do  $CCl_4$  estará em estado gasoso à 298 K, dificultando sua adsorção na superfície.
- C** o  $Cl$  do  $CCl_4$  é muito eletronegativo, o que dificulta a sua adsorção.
- D** o  $N_2$  tem um par de elétrons não ligados, o que resulta em uma adsorção mais efetiva.
- E** o  $CCl_4$ , que é maior que o  $N_2$ , não consegue penetrar em todos os poros da sílica, resultando uma área superficial inferior à área real do material.

**QUESTÃO 81**

A DSC permite determinar a temperatura e a entalpia da transição vítrea de um polímero, que vem a ser

- A** a transição de um polímero em vidro.
- B** a passagem de um material amorfo do seu estado vítreo para o seu estado elastômero.
- C** a passagem de um material amorfo do seu estado elastômero para o seu estado vítreo.
- D** a transição de um polímero em estado desordenado, no qual as cadeias poliméricas possuem maior mobilidade, para um estado desordenado rígido (vítreo).
- E** o estado em que a temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ) é a metade do valor da temperatura de fusão do polímero ( $T_m$ ).

## QUESTÃO 82

Alguns fatores afetam os valores da temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ) de um polímero, tais como: massa molecular dos compostos, a presença de plastificantes, o tipo das cadeias poliméricas (mais flexíveis ou mais rígidas). Com respeito a esses fatores, assinale a opção que contém os efeitos na temperatura de transição vítrea desses fatores.

- A** Os plastificantes aumentam a  $T_g$ , o aumento da massa do polímero eleva o valor de  $T_g$  e o valor da  $T_g$  será tanto maior quanto mais rígida for a cadeia.
- B** Os plastificantes diminuem a  $T_g$ , o aumento da massa do polímero diminui o valor de  $T_g$  e o valor da  $T_g$  será tanto menor quanto mais rígida for a cadeia.
- C** Os plastificantes diminuem a  $T_g$ , o aumento da massa do polímero aumenta o valor de  $T_g$  e o valor da  $T_g$  será tanto maior quanto mais rígida for a cadeia.
- D** Os plastificantes aumentam a  $T_g$ , o aumento da massa diminui o valor de  $T_g$  e o valor da  $T_g$  será tanto maior quanto mais rígida for a cadeia.
- E** Os plastificantes aumentam a  $T_g$ , o aumento da massa aumenta o valor de  $T_g$  e o valor da  $T_g$  será tanto menor quanto mais rígida for a cadeia.

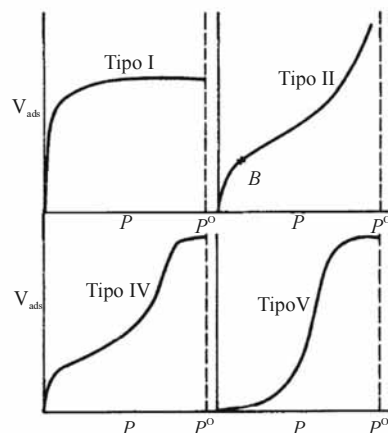
## QUESTÃO 83

Um catalisador apresenta três sítios ativos por  $\text{nm}^2$  de superfície de material. Foram realizados ensaios de área superficial para esse catalisador, que apresentou  $200 \text{ m}^2 \times \text{g}^{-1}$ . Assim, considerando que 1 mol representa  $6 \times 10^{23}$ , a quantidade em mols dos sítios ativos por grama do catalisador é de

- A** 1 pmol/g.
- B** 3 pmol/g.
- C** 1 mmol/g.
- D** 3 mmol/g.
- E** 333 mol/g.

## Texto para as questões 84 e 85

Existem diversos tipos de isotermas. As mais comuns são: tipo I, tipo II, tipo IV e tipo V, conforme ilustra a figura abaixo.



## QUESTÃO 84

Considerando o texto acima, assinale a opção correta quanto às características das isotermas apresentadas.

- A** Tipo I, adsorção do tipo Langmuir, em que a adsorção é limitada ao completar a monocamada; tipo II, comum em fisissorção, na qual se observa a formação de multi-camadas; tipos IV e V sugerem a formação de duas ou mais camadas, sendo no plano e nas paredes dos poros, resultando no efeito de condensação capilar.
- B** Tipo I, adsorção do tipo Langmuir, na qual se observa a formação de multi-camadas; tipo II, comum em fisissorção, na qual a adsorção é limitada ao completar a monocamada; tipos IV e V sugerem a formação de duas, ou mais de duas camadas no plano e nas paredes dos poros, resultando o efeito de condensação capilar.
- C** Tipo I, adsorção do tipo Langmuir, onde a adsorção é limitada ao completar a monocamada; tipo II, sugere a formação de duas, ou mais de duas camadas no plano e nas paredes dos poros, resultando no efeito de condensação capilar comum em fisissorção, em que a adsorção é limitada ao completar a monocamada; tipos IV e V, comuns em fisissorção, na qual se observa a formação de multi-camadas.
- D** Tipo I, adsorção do tipo Langmuir, em que a adsorção é limitada ao completar a monocamada; tipo II, comum em fisissorção, na qual se observa a formação de monocamadas; tipos IV e V sugerem a formação de duas ou mais camadas no plano e nas paredes dos poros, resultando o efeito de condensação capilar.
- E** Tipo I sugere a formação de duas ou mais camadas no plano e nas paredes dos poros, resultando o efeito de condensação capilar; tipo II, comum em fisissorção, em que se observa a formação de multi-camadas; tipos IV e V, adsorção do tipo Langmuir, onde a adsorção é limitada a completar a monocamada.

## QUESTÃO 85

Dois lotes de catalisadores para craqueamento de petróleo foram analisados por adsorção de  $N_2$ . Era de conhecimento que um dos lotes apresentava poros inferiores a 2 nm e os outros poros superiores a 15 nm.

Com base nesses dados e na figura apresentada no texto, assinale a opção que descreve corretamente os tipos de isotermas.

- A** O material com poros inferiores a 2 nm deve produzir isotermas do tipo II sem a presença de histerese. O material com poros superiores a 15 nm devem apresentar isotermas do tipo IV ou V, em que é observada a condensação capilar.
- B** O material com poros inferiores a 2 nm deve apresentar isotermas do tipo I ou do tipo V, sem a presença de histerese. O material com poros superiores a 15 nm devem apresentar isotermas do tipo II ou do tipo IV, em que se observa condensação capilar.
- C** O material com poros inferiores a 2 nm deve apresentar isoterma do tipo IV ou do tipo V, sem a presença de histerese. O material com poros superiores a 15 nm deve apresentar isotermas do tipo I ou do tipo II, em que se observa condensação capilar.
- D** O material com poros inferiores a 2 nm deve apresentar isoterma do tipo I ou do tipo II, em que se observa condensação capilar. O material com poros superiores a 15 nm deve apresentar isotermas do tipo IV ou do tipo V, em que também se observa condensação capilar.
- E** O material com poros inferiores a 2 nm deve apresentar isoterma do tipo I ou do tipo II, em que não se observa histerese. O material com poros superiores a 15 nm devem apresentar isotermas do tipo IV ou do tipo V, em que também não se observa histerese.

## QUESTÃO 86

Acerca das principais diferenças entre a fisiossorção e quimiossorção, assinale a opção correta.

- A** A fisiossorção apresenta alto calor de adsorção, não é específica, pode ocorrer em monocamada ou em multicamada, rápida, reversível e deve ocorrer a polarização do sorbato. A quimiossorção apresenta baixo calor de adsorção, é específica, só pode ocorrer em monocamada, é mais lenta que a fisiossorção, irreversível e ocorre transferência de elétrons, formando uma ligação entre o sorbato e o adsorvente.
- B** A fisiossorção apresenta alto calor de adsorção, é específica, pode ocorrer em monocamada ou em multicamada, rápida, reversível e deve ocorrer a polarização do sorbato. A quimiossorção apresenta baixo calor de adsorção, não é específica, só pode ocorrer em monocamada, é mais lenta que a fisiossorção, irreversível e ocorre transferência de elétrons, formando uma ligação entre o sorbato e o adsorvente.
- C** A fisiossorção apresenta baixo calor de adsorção, não é específica, pode ocorrer em monocamada ou em multicamada, lenta, irreversível e deve ocorrer a polarização do sorbato. A quimiossorção apresenta alto calor de adsorção, é específica, só pode ocorrer em multicamadas, é mais rápida que a fisiossorção, reversível e ocorre transferência de elétrons, formando uma ligação entre o sorbato e o adsorvente.
- D** A fisiossorção apresenta baixo calor de adsorção, não é específica, pode ocorrer em monocamada ou em multicamada, rápida, reversível, deve ocorrer a polarização do sorbato. A quimiossorção apresenta alto calor de adsorção, é específica, só pode ocorrer em monocamada, é mais lenta que a fisiossorção, irreversível e ocorre transferência de elétrons, formando uma ligação entre o sorbato e o adsorvente.
- E** A fisiossorção não apresenta calor de adsorção, é específica, pode ocorrer em monocamada ou em multicamada, rápida, reversível e deve ocorrer a polarização do sorbato. A quimiossorção apresenta alto calor de adsorção, não é específica, só pode ocorrer em monocamada, é mais lenta que a fisiossorção, irreversível e ocorre transferência de elétrons, formando uma ligação entre o sorbato e o adsorvente.

**QUESTÃO 87**

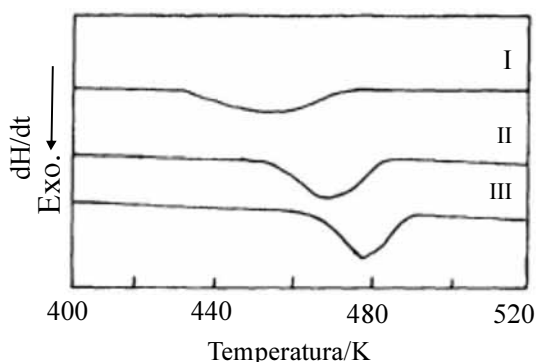
Um dos fatores que influenciam as curvas de DSC é a atmosfera do forno. Assinale a opção que descreve corretamente efeitos advindos da alteração dessa atmosfera.

- A As atmosferas oxidantes, como ar e oxigênio, podem causar oxidações durante o processo térmico.
- B Atmosferas de baixa densidade, como He, pode resultar na convecção e perda da amostra.
- C Atmosferas com a presença de  $N_2$  e Ar podem formar complexos inorgânicos com metais de transição.
- D Atmosferas de He,  $N_2$ , Ar ou  $O_2$  são ideais para análise de DSC por serem inertes.
- E As atmosferas inertes como ar e oxigênio são ideais para análise de processos térmicos.

**QUESTÃO 88**

Assinale a opção que apresenta parâmetros obteníveis a partir das curvas de DSC.

- A Entalpia, calor específico e temperatura de fusão.
- B Entalpia, massa residual e temperatura de fusão.
- C Entropia, calor específico e temperatura de transição vítrea.
- D Entropia, temperatura de transição vítrea e massa fundida.
- E Massa residual, temperatura de transição vítrea e coeficiente de expansão térmico.

**QUESTÃO 89**

A figura acima apresenta três curvas de DSC da mesma amostra, na região do ponto de fusão da amostra. Assinale a opção que descreve corretamente o comportamento das curvas de DSC e respectivas justificativas.

- A A diferença do fluxo de gás aumenta da curva I até a curva III.
- B A diferença do fluxo de gás diminui da curva I até a curva III.
- C A taxa de aquecimento diminui da curva I até a curva III.
- D A taxa de aquecimento aumenta da curva I até a curva III.
- E A diferença da granulometria da amostra diminui da curva I até a curva III.

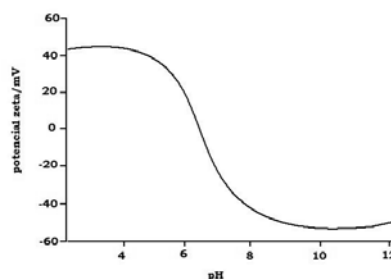
**QUESTÃO 90**

Assinale a opção que corresponde à definição do potencial zeta.

- A É o potencial na dupla camada em função da distância solução-partícula.
- B É o potencial elétrico na interface sólido-líquido após a dupla camada.
- C Descreve a intensidade do campo elétrico estático da dupla camada elétrica no limite entre o grão (sólido) e o líquido (plano de corte).
- D Define o campo elétrico de uma partícula em função da distância solução-partícula.
- E É a soma das cargas positivas e negativas da solução.

**QUESTÃO 91**

O potencial zeta varia em função do pH de acordo com a figura abaixo.



Conhecendo os efeitos do potencial zeta nas propriedades de uma tinta, assinale a opção correta quanto à estabilidade da dispersão, conforme apresentada na figura, e a respectiva justificativa.

- A A dispersão é estável em qualquer faixa de pH, pois existe um equilíbrio das cargas.
- B Nesse caso, a tinta é estável abaixo do pH 6 e acima do pH 8, pois, nesses valores de pH, as partículas estão repelidas.
- C Nesse caso, a tinta é estável entre pH 6 e pH 8, pois, nesses valores de pH, as partículas estão atraídas.
- D Nesse caso, a tinta é estável abaixo do pH 6 e acima do pH 8, pois, nesses valores de pH, as partículas estão mais atraídas.
- E Nesse caso, a tinta é estável entre do pH 6 e acima do pH 8, pois tem os menores valores do potencial zeta.

**QUESTÃO 92**

É possível determinar o potencial zeta

- A diretamente por titulações condutimétricas.
- B diretamente por um zetômetro.
- C diretamente por potenciometria.
- D indiretamente a partir da mobilidade eletroforética.
- E conhecendo-se somente a constante dielétrica e a viscosidade do meio. Assim, pode aplicar a equação de Henry e determinar indiretamente o valor do potencial zeta.

**QUESTÃO 93**

Em um sistema de tratamento de águas, um dos processos mais utilizados é o de coagulação/floculação. Sabendo-se que os colóides em água apresentam um potencial zeta que se situa entre  $-14$  mV e  $-30$  mV quando os valores de pH se situam entre 5 e 8, a adição de coagulantes como  $Al_2(SO_4)_3$  e /ou  $Fe_2(SO_4)_3$  resulta em

- A fornecimento de cargas iônicas que comprimem a dupla camada elétrica, aumentando o valor do potencial zeta. A medida que o potencial zeta vai aumentando, as partículas aproximam-se umas das outras, o que aumenta a probabilidade de colisão e propicia a coagulação.
- B fornecimento de cargas negativas aumentando, em módulo, o valor negativo do potencial zeta. À medida que o potencial zeta se torna mais negativo, as partículas aproximam-se umas das outras, o que aumenta a probabilidade de colisão e propicia a coagulação.
- C fornecimento de cargas positivas reduzindo, em módulo, o valor do potencial zeta. A medida que o potencial zeta se aproxima de zero, as partículas aproximam-se umas das outras, o que aumenta a probabilidade de colisão e propicia a coagulação.
- D fornecimento de cargas iônicas, o que leva à ocorrência de uma expansão da dupla camada elétrica e aumenta o valor negativo do potencial zeta. A medida que o potencial zeta aumenta, em módulo, as partículas afastam-se umas das outras, o que aumenta a probabilidade de coagulação.
- E fornecimento de cargas positivas, aumentando, em módulo, o valor do potencial zeta. A medida que o potencial zeta se torna mais negativo, as partículas afastam-se umas das outras, o que aumenta a probabilidade de coagulação.

**QUESTÃO 94**

Pedaços de poliuretana, de ferro, de madeira e outro de cobre estavam à mesma temperatura e ficaram sob a mesma irradiação solar durante 15 min. Após esse período, pôde ser observado que a temperatura dos materiais tinha a seguinte ordem crescente: poliuretana, madeira, ferro e cobre. Assinale a opção correta a respeito da condutividade térmica desses materiais.

- A Os seguintes valores de condutividade térmica são possíveis: poliuretana,  $0,020$  W/(m  $\times$  K); madeira,  $0,12$  W/(m  $\times$  K); ferro,  $80$  W/(m  $\times$  K); cobre,  $398$  W/(m  $\times$  K).
- B A variação de temperatura independe da condutividade térmica.
- C A poliuretana e a madeira tendem a conservar mais o calor e, portanto, a apresentar temperaturas superiores a do cobre e do ferro.
- D Os seguintes valores de condutividade térmica são possíveis: poliuretana,  $398$  W/(m  $\times$  K); madeira,  $80$  W/(m  $\times$  K); ferro,  $0,12$  W/(m  $\times$  K); cobre =  $0,020$  W/(m  $\times$  K).
- E A ordem crescente das temperaturas não está relacionada à condutividade térmica, pois os materiais receberam irradiação eletromagnética e não térmica.

**QUESTÃO 95**

No que concerne à condutividade térmica e à difusividade térmica, assinale a opção correta.

- A Ambas são propriedades físicas ligadas à habilidade de retenção de calor pelos materiais.
- B A condutividade térmica é a habilidade de um material em conduzir calor. A difusividade é a propriedade de reter calor.
- C A condutividade térmica é a habilidade de um material em reter calor. A difusividade é a propriedade de conduzir calor.
- D Tanto a condutividade térmica como a difusividade térmica são propriedades dos materiais ligadas à habilidade de condução do calor. Porém, a condutividade térmica é a razão entre a difusividade térmica e o calor específico volumétrico.
- E Tanto a condutividade térmica como a difusividade térmica são propriedades dos materiais ligadas à habilidade de condução do calor. Porém a difusividade térmica é a razão entre a condutividade térmica e o calor específico volumétrico.

**QUESTÃO 96**

A indústria farmacêutica utiliza a microcalorimetria isotérmica, por meio da qual se pode determinar

- A o ponto de fusão do fármaco.
- B o efeito entálpico droga-célula.
- C a transição vítrea do princípio ativo.
- D a entalpia de cristalização do fármaco.
- E a entalpia de fusão da droga.

**QUESTÃO 97**

Quanto maior for a difusividade térmica,

- A maior será a retenção de calor pela amostra.
- B maior será sua característica de isolante.
- C maior será sua característica de refratário.
- D menor será a sua temperatura de fusão.
- E menor será a transferência de calor pela amostra.

**QUESTÃO 98**

Em uma análise de DSC, é importante a escolha de uma substância para ser colocada no cadinho de referência. Para o uso como referência em DSC são indicadas as substâncias

- A água, etanol ou benzeno.
- B alumina, óxido de magnésio ou silicato.
- C polietileno, politropileno ou nylon.
- D chumbo, cobre ou mercúrio.
- E etileno, butano ou propano.

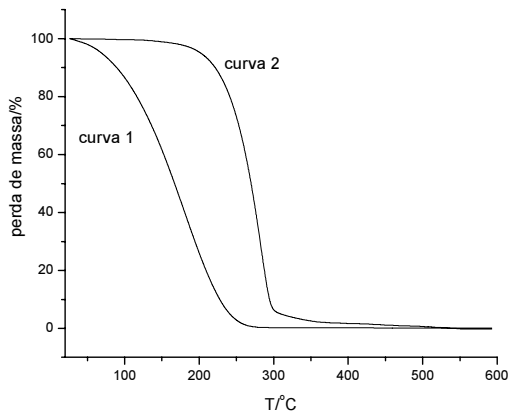
## QUESTÃO 99

A difusidade térmica expressa

- A) quão rapidamente um corpo se ajusta por inteiro a temperatura do seu entorno.
- B) como o calor se difunde longitudinalmente no material.
- C) a capacidade de absorção de calor de uma amostra.
- D) a taxa com que a temperatura se difunde através de um material independente do volume da amostra.
- E) a capacidade de reter calor de uma amostra.

## QUESTÃO 100

O biodiesel derivado de óleos vegetais, bem como o diesel de petróleo, tendem a se volatilizar antes de se degradar, conforme a figura abaixo.



Sabendo que o diesel é formado em grande parte por cadeias alifáticas e o biodiesel é formado por ésteres metílicos, assinale a opção que indica associação correta entre a curva termogravimétrica e os combustíveis em questão e da justificativa dessa correspondência.

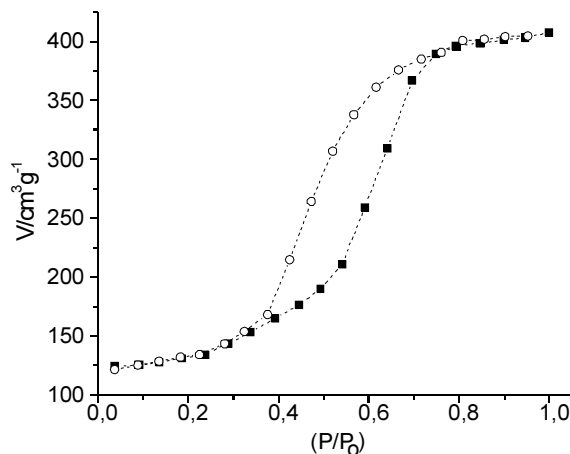
- A) A curva 1 é a do biodiesel, pois esse, por ser de fonte renovável, volatiliza-se em menor temperatura.
- B) A curva 2 é a do biodiesel, pois os eco-combustíveis apresentam temperaturas de ebulição maiores que dos combustíveis fósseis, contaminando menos o ambiente.
- C) A curva 1 é a do biodiesel, pois os óleos vegetais têm cadeias orgânicas de tamanhos inferiores aos das cadeias do diesel.
- D) A curva 2 é o diesel, pois esse combustível tem cadeias orgânicas de tamanhos inferiores aos das cadeias derivadas dos óleos vegetais.
- E) A curva 2 é a do biodiesel, pois, como eles são ésteres, eles têm interações intermoleculares mais fortes, resultando um maior ponto de ebulição.

RASCUNHO

## PROVA DISCURSIVA

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

### QUESTÃO 1

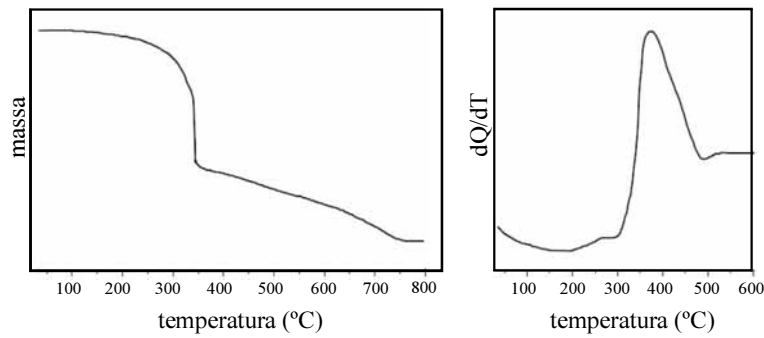


A área superficial específica de um material pode ser determinada por:  $A^S = \frac{V_{mk}}{m}$ , em que  $A^S$  é a área superficial específica,  $V_m$  é a capacidade de monocamada do sólido,  $m$  é a massa do sólido. O valor de  $k$  pode ser determinado por:  $k = \frac{N_A A}{M_v}$ , em que  $N_A$  é o número de Avogadro,  $A$  é área ocupada por molécula de gás adsorvido, e  $M_v$  é o volume molecular por grama do gás. Nesse sentido, considerando a curva de adsorção-desadsorção de  $N_2$  em um catalisador mostrada na figura acima, os valores da área superficial igual a  $798 \text{ m}^2/\text{g}$  e do volume médio de poros igual a  $5 \text{ nm}^3$ , e sabendo que, para o  $N_2$ , o valor de  $A = 0,162 \text{ nm}^2$ , para o Ar o valor de  $A = 0,138 \text{ nm}^2$  e para o Kr o valor de  $A = 0,195 \text{ nm}^2$  e que as moléculas de gases podem ser consideradas esféricas, redija um texto dissertativo que explique se a isoterma realizada com Ar ou Kr resultaria em um valor igual ou diferente de área superficial do material determinado pela isoterma usando  $N_2$ . Além disso, responda: se tivessem sido realizadas três análises distintas com os três gases ( $N_2$ , Ar e Kr), deveria ser esperado que o material tivesse adsorvido o mesmo número de moléculas de gás para os três gases distintos? Em caso negativo, apresente em ordem crescente a sequência das quantidades de moléculas de gases que cada material adsorveu. Por fim, apresente a região de histerese na curva, explique o efeito de condensação capilar e relacione esse fenômeno com a porosidade do material. Em caso afirmativo, justifique sua resposta.

**RASCUNHO – QUESTÃO 1**

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

## QUESTÃO 2



Com referência as curvas TG/DTG e DSC do aquoetilenodiaminotetraacetato de lantânio (a água e o EDTA estão coordenados com o lantânio) mostradas nas figuras acima, e sabendo que a massa inicial foi de 5,4 g e que todos os ligantes foram perdidos durante o aquecimento até 800 °C, redija um texto dissertativo em que determine a massa residual  $\text{La}_2\text{O}_3$ . Em seu texto, explique porque o pico de DSC nesse processo térmico foi exotérmico e esclareça curvas, o que comprova a inexistência de um pico endotérmico entre as temperaturas de 100 °C a 200 °C.

**RASCUNHO – QUESTÃO 2**

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

