



CONCURSO ITA 2025
EDITAL: 03/ITA/2025
CARGO: TECNOLOGISTA

PERFIL: TL-11

CADERNO DE QUESTÕES

1. Esta prova tem duração de **4 (quatro) horas**.
2. Você poderá usar **apenas** caneta esferográfica de corpo transparente com tinta preta, lápis ou lapiseira, borracha, régua transparente simples e compasso. **É proibido portar qualquer outro material escolar ou equipamento eletrônico.**
3. Esta prova é composta de **25 questões de múltipla escolha** (numeradas de 01 a 25) e de **3 questões dissertativas**.
4. Você recebeu este **caderno de questões, uma folha de leitura óptica e um caderno de respostas** que deverão ser devolvidos ao final do exame.
5. As questões de **múltipla escolha devem ser respondidas na folha de leitura óptica**. Assinale a opção correspondente à resposta de cada uma das questões, de **01 a 25**. Cada questão de múltipla escolha admite uma única resposta.
6. A folha de leitura óptica, deve ser preenchida usando caneta preta. Você deve preencher todo o campo disponível para a resposta, sem extrapolar os limites, conforme instruções na folha de leitura óptica.
7. Cuidado para não errar no preenchimento da folha de leitura óptica. Ela não será substituída.
8. Não haverá tempo suplementar para o preenchimento da folha de leitura óptica.
9. As **questões dissertativas devem ser respondidas no caderno de respostas. Responda usando caneta preta, no campo destinado a cada questão.**
10. **É obrigatória a devolução do caderno de questões, do caderno de respostas e da folha de leitura óptica**, sob pena de desclassificação do candidato.
11. **Aguarde o aviso para iniciar a prova. Ao terminá-la, avise o fiscal e aguarde-o no seu lugar.**

Questão 5. Selecione abaixo a afirmação incorreta:

- A** () Em um processo a pressão constante, o calor trocado é igual à variação de entropia do sistema.
- B** () Em um sistema fechado, a variação da energia interna é igual à soma algébrica do calor e do trabalho trocados com a vizinhança, com os sinais determinados pela convenção adotada.
- C** () A energia de um sistema fechado pode ser transferida para a vizinhança na forma de calor e/ou trabalho.
- D** () Em um processo a pressão constante, com apenas trabalho de pressão–volume (PdV), o calor trocado é igual à variação de entalpia do sistema composto por um gás ideal.
- E** () Em um processo a volume constante de um sistema fechado de gás ideal, não há trabalho de expansão, de modo que todo o calor transferido modifica apenas a energia interna.

Questão 6. A análise térmica é um grupo de técnicas de análises nas quais uma propriedade física de uma substância e/ou de seus produtos de reação são medidos em função da temperatura enquanto a amostra é submetida a uma variação de temperatura controlada e programada. Os principais métodos usados nesta instrumentação são Análise Termogravimétrica (TG); Análise Térmica Diferencial (DTA) e Calorimetria Exploratória Diferencial (DSC). Atualmente, as duas últimas são as mais requisitadas e empregadas. Assinale a opção que mostra as diferenças básicas entre o DTA e o DSC.

- A** () O DTA mede a variação de massa de uma amostra em função da temperatura ou tempo, enquanto o DSC mede a diferença entre as temperaturas de uma amostra padrão e a amostra analisada.
- B** () O DTA mede as diferenças de temperatura entre uma amostra e um material de referência, enquanto o DSC é uma técnica calorimétrica que mede as diferenças de fluxo de calor (energia) entre uma amostra e um material de referência.
- C** () O DTA mede a temperatura da amostra enquanto sofre decomposição térmica, e o DSC só monitora a variação de massa em função da temperatura.
- D** () O DTA mede as diferenças de energia entre uma amostra e um cadinho vazio submetidos às mesmas condições, enquanto o DSC mede as variações de temperatura envolvidas na amostra analisada.
- E** () O DTA mede a entalpia da reação de decomposição de uma amostra em relação a uma amostra de referência, enquanto o DSC mede a variação de massa de uma amostra em função da temperatura e tempo.

Questão 7. A espectrometria de Absorção Molecular na região do Ultravioleta e Visível está baseada na medida de Transmitância (T) ou Absorbância (A) de uma solução contida em uma cubeta translúcida com caminho ótico b , e na concentração c de um analito. A equação matemática que relaciona esses parâmetros é conhecida como lei de Lambert-Beer e está representada abaixo:

$$A = -\log T = \log \frac{P_0}{P} = \epsilon \cdot b \cdot c$$

Os termos P_0 e P referem-se, respectivamente, a:

- A** () Potenciais de feixe transmitido pela solução do analito e potencial de feixe transmitido pela célula contendo o solvente.
- B** () Potenciais de feixe emergente da lâmpada de tungstênio e potenciais do feixe emergente da lâmpada de deutério.
- C** () Potenciais de feixe transmitido pelo solvente e potenciais de feixe transmitido pela célula contendo a solução do analito.
- D** () Potenciais do feixe adsorvido no analito e potenciais do feixe transmitido pela célula.
- E** () Potenciais do feixe absorvido pelo analito e potenciais do feixe transmitido pelo solvente.

Questão 8. A análise por cromatografia gasosa é uma técnica de análise baseada em separação na qual uma amostra gasosa ou vaporizada é arrastada para o interior de uma coluna cromatográfica onde ocorre o fenômeno da separação da amostra em seus componentes. O arraste da amostra é feito por um gás denominado fase móvel e o material contido no interior da coluna que faz a separação é a fase estacionária. O gráfico resultante da análise, o cromatograma, deve ser analisado qualitativamente. Qual é o parâmetro diretamente mensurável do analito que é observado e analisado no cromatograma?

- A** () Tempo de retenção ajustado, que é o tempo médio que as moléculas do analito levam para passar pela fase estacionária.
- B** () Tempo morto, que é o tempo mínimo para que um composto que não interaja com a fase estacionária atravesse a coluna cromatográfica.
- C** () Tempo de retenção das substâncias, que é o tempo necessário para as substâncias eluírem desde a injeção até apresentarem o pico no cromatograma.
- D** () Tempo de retenção do composto não retido, que é o tempo mínimo para que um composto que não interaja com a fase estacionária passe pela coluna cromatográfica.
- E** () Fator de Tailing, que é a medida e cálculo do fator de alargamento do pico do cromatograma.

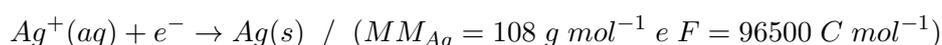
Questão 9. Em uma aula experimental sobre luminescência, o professor conduz um experimento usando água oxigenada a 30% *vol*, $CuSO_4$, $KSCN$, $NaOH$ e luminol. O professor pede que os alunos conduzam o experimento com o uso dos EPIs exigidos pela escola, que consistem em sapato fechado, avental de manga longa e óculos de segurança. Também pede que, durante o experimento, os alunos aqueçam a mistura em banho-maria a 60 °C, para observar o efeito de oscilação da luminescência. Dentre as afirmações abaixo, marque a opção incorreta.

- A () O $KSCN$ é uma substância tóxica e deve ser manuseado com cuidado.
- B () A escola deve, além dos EPIs, fornecer ambiente adequado com os EPCs necessários.
- C () Os alunos estão usando todos os EPIs necessários para a condução segura do experimento.
- D () Os resíduos gerados após os experimentos dos alunos devem ser armazenados em recipientes adequados para posterior tratamento de resíduo químico.
- E () Este experimento deve ser conduzido na capela de exaustão.

Questão 10. O programa de gerenciamento de resíduos químicos prevê a responsabilidade objetiva relacionada a resíduos de origem química gerados em instituições de ensino e de pesquisa. Com base nestes dados, alguns resíduos são classificados como não perigosos e podem ser tratados como lixo comum segundo as normas da ABNT (NBR 12809 e 10004). Dado o contexto, marque a opção correta.

- A () Álcoois com menos de 5 carbonos, aldeídos alifáticos com menos de 7 carbonos, ácidos carboxílicos com menos de 6 átomos de carbono e compostos inorgânicos com cátions Al^{3+} .
- B () Ésteres com menos de 5 carbonos, cetonas com menos de 6 carbonos, compostos inorgânicos com cátions Al^{3+} , Ca^{2+} e ânions OH^- , Br^- .
- C () Inorgânicos com cátions Fe^{2+} , K^+ , Mg^{2+} e ânions CO_3^{2-} , Cl^- e ácidos alcanodióicos com menos de 5 carbonos.
- D () Todas as alternativas anteriores estão corretas.
- E () Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

Questão 11. A eletroforese e a eletrocoagulação vêm sendo estudadas em processos de tratamento de efluentes hospitalares, que frequentemente contêm íons metálicos tóxicos. Em um desses processos, emprega-se a eletrólise de uma solução aquosa de nitrato de prata visando precipitar a prata metálica em um eletrodo, de modo a reduzir sua concentração a níveis seguros. Um laboratório preparou 500 mL de solução de $AgNO_3$ 0,10 mol L^{-1} , mas antes do tratamento, essa solução foi diluída a 1,0 L com água destilada. A eletrólise é conduzida com corrente de 1,0 A até que toda a prata seja reduzida no cátodo, assuma grau de ionização 1. Dados:



Com base nessas informações, o tempo, em horas, necessário para a completa deposição da prata é de aproximadamente:

- A () 1,3 h
- B () 2,0 h
- C () 2,7 h
- D () 3,0 h
- E () 3,6 h

Questão 12. Em estudos de monitoramento ambiental, eletrodos são frequentemente utilizados para detectar poluentes em águas residuais, incluindo metais pesados e espécies redox reativas. Com relação aos tipos de eletrodos, à estrutura da interface eletrodo/solução e aos potenciais de eletrodo, assinale a alternativa INCORRETA:

A () Eletrodos inertes, como platina ou grafite, não participam da reação química principal, mas permitem a transferência de elétrons e a detecção de espécies redox em amostras ambientais sem sofrer alteração química.

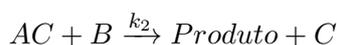
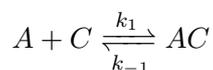
B () A formação da dupla camada elétrica na interface eletrodo/solução influencia a distribuição de cargas e afeta diretamente o potencial medido, sendo particularmente importante em soluções com alta força iônica, como águas contaminadas.

C () Eletrodos de referência, como o eletrodo de Ag/AgCl saturado, fornecem um potencial estável e padronizado, servindo como base para comparação de potenciais de eletrodo em análises ambientais.

D () Potenciais de eletrodo padrão, medidos sob condições de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, 1 atm e 1 mol L^{-1} de íons envolvidos, permitem estimar a tendência de oxidação ou redução de contaminantes metálicos em amostras de águas residuais.

E () Eletrodos seletivos para íons metálicos, como Ag^+ ou Pb^{2+} , possuem uma membrana sensível que permite medir a atividade desses íons na solução, e o potencial gerado depende exclusivamente da natureza do metal, não da composição do eletrólito da solução.

Questão 13. Em um processo catalítico para a síntese de um composto químico, o seguinte mecanismo foi proposto:



Sabe-se que:

(i) C é o catalisador do processo;

(ii) a etapa 2 é a etapa limitante de velocidade;

(iii) k_1 , k_{-1} e k_2 são as constantes de velocidade das respectivas etapas.

Considerando esse contexto, analise as alternativas abaixo e indique a alternativa correta:

A () Se a etapa 2 é limitante, então a reação apresenta ordem zero em relação ao substrato B, pois B não participa da etapa mais lenta.

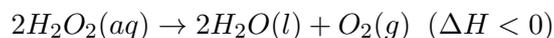
B () Se o intermediário AC acumular devido à lentidão da etapa 2, então a concentração do catalisador livre diminui, o que pode causar inibição da reação por saturação do catalisador.

C () Se a hipótese do estado estacionário para o intermediário AC não for válida, a velocidade da reação pode ser expressa diretamente em função das concentrações iniciais de A, B e do catalisador total.

D () Se a concentração total do catalisador é constante e a etapa 1 está em equilíbrio, a velocidade da reação depende exclusivamente da concentração de catalisador livre.

E () Se o substrato B estiver em excesso, a velocidade da reação será independente da concentração de B, pois a etapa 2 é limitante.

Questão 14. Durante a investigação cinética da decomposição catalítica do peróxido de hidrogênio (H_2O_2) sobre um catalisador metálico sólido, observou-se que a velocidade da reação variava de forma não linear com a concentração de H_2O_2 , e que o acúmulo de oxigênio (produto) influenciava negativamente a taxa de decomposição. A reação global considerada é:



Com base nesse cenário e nos fundamentos de cinética química e catálise heterogênea, analise as seguintes afirmativas:

- I. A ordem de reação em relação ao H_2O_2 pode ser não inteira ou até negativa, mesmo que a etapa determinante do mecanismo seja unimolecular, devido a efeitos de adsorção e saturação dos sítios catalíticos.
- II. A presença de oxigênio, produto da reação, pode diminuir a velocidade da decomposição do H_2O_2 por adsorver competitivamente nos sítios ativos do catalisador, caracterizando inibição por produto.
- III. A energia de ativação aparente pode assumir valores negativos em reações catalisadas, sem violar a termodinâmica, especialmente quando processos de adsorção exotérmicos dominam o controle cinético.
- IV. A isoterma de Langmuir permanece aplicável mesmo em situações de adsorção competitiva entre diferentes espécies, desde que sejam mantidas suas premissas, como superfície homogênea e adsorção reversível.
- V. A equação de Eyring, por ter sido derivada para sistemas homogêneos, não pode ser utilizada para descrever reações heterogêneas, ainda que haja um estado de transição bem definido.

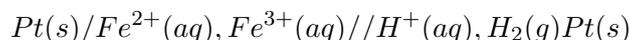
Assinale a alternativa que indica a opção correta:

- A () Apenas I está correta;
- B () Apenas III está incorreta;
- C () Apenas I e IV estão incorretas;
- D () Apenas V está incorreta;
- E () Todas as afirmativas são corretas;

Questão 15. Na interface entre um eletrodo metálico e uma solução eletrolítica ocorre a formação da dupla camada elétrica, que pode ser comparada a um capacitor microscópico. Essa estrutura é importante para explicar o potencial de eletrodo e os processos de transferência de carga. Qual das alternativas descreve corretamente a função da dupla camada elétrica na interface eletrodo-eletrólito?

- A () Impedir totalmente o fluxo de íons e elétrons, isolando o eletrodo da solução.
- B () Atuar como uma barreira dielétrica que bloqueia tanto íons quanto elétrons.
- C () Controlar a distribuição de cargas na interface, permitindo a migração seletiva de íons e influenciando o potencial do eletrodo.
- D () Servir apenas como um depósito temporário de elétrons na superfície do eletrodo.
- E () Substituir o eletrólito no transporte de íons, aumentando a condutividade global da célula.

Questão 16. Em um sistema experimental para geração eletroquímica de hidrogênio verde, uma célula eletroquímica foi montada com base em dois pares redox aquosos, ambos atuando em meio ácido, com o objetivo de estudar a viabilidade de reações redox acopladas com menor sobrepotencial. O diagrama da célula e os potenciais padrão de redução são mostrados abaixo:



$$E_{red}^{\circ}(H^+/H_2) = 0V \quad e \quad E_{red}^{\circ}(Fe^{3+}/Fe^{2+}) = 0,77V$$

A notação indica a disposição dos pares redox, considerando a convenção: esquerda = ânodo, direita = cátodo. Considere que o sistema foi operado sob condições padrão ($25^{\circ}C$, $1 atm$, todas as concentrações $1 mol L^{-1}$). Analise as seguintes afirmativas e responda abaixo:

- I. A reação catódica, tal como representada, é consistente com a geração de gás hidrogênio, o que é desejável para o conceito de hidrogênio verde.
- II. A reação anódica corresponde à oxidação de Fe^{2+} para Fe^{3+} , com liberação de elétrons.
- III. O eletrodo de platina participa quimicamente formando hidretos metálicos, intermediários essenciais para o mecanismo da célula.
- IV. O fluxo espontâneo de elétrons nesta célula ocorreria do eletrodo onde se encontra o par Fe^{2+}/Fe^{3+} para o eletrodo H^+/H_2 .
- V. A célula, como representada, é espontânea sob condições padrão, pois o potencial de redução de H^+/H_2 é maior que o do par Fe^{2+}/Fe^{3+} .

- A () Apenas I e II estão corretas.
- B () Apenas I, II e III estão corretas.
- C () Apenas I, II e V estão corretas.
- D () Apenas I, III e IV estão corretas.
- E () Apenas II, IV e V estão corretas.

Questão 17. A Cisplatina [$Pt(NH_3)_2Cl_2$] é um composto bastante conhecido em função do seu uso como medicamento no tratamento de câncer. Essa substância possui estrutura molecular de geometria quadrado planar. A hibridização do átomo de Platina (Pt) de acordo com a Teoria de Ligação de Valência nessa estrutura é:

- A () dsp
- B () dsp^2
- C () sp^3
- D () d^2sp^3
- E () d^2sp

Questão 18. A difração de raios-X é uma técnica bastante empregada para determinação da estrutura eletrônica de compostos químicos. A partir de dados de dimensões (a , b , c) da célula unitária é possível correlacionar com os raios atômicos (R) de elementos químicos. As relações desses raios (R) com o parâmetro a de uma célula unitária de uma estrutura cristalina que possui empacotamento Cúbico de Corpo Centrado (BCC); e com os parâmetros a e c de uma célula unitária cuja rede cristalina apresenta empacotamento Hexagonal Compacto (HCP) são, respectivamente:

- A () $a = R\sqrt{2}$, $a = R\sqrt{6}$, $c = R\frac{4}{3}\sqrt{6}$
- B () $a = \frac{3}{4}R\sqrt{2}$, $a = 2R$, $c = \frac{1}{3}R\sqrt{3}$
- C () $a = R\sqrt{2}$, $a = 2R$, $c = R\frac{4}{3}\sqrt{6}$
- D () $a = \frac{4}{3}R\sqrt{3}$, $a = R\sqrt{2}$, $c = \frac{1}{3}R\sqrt{6}$
- E () $a = \frac{4}{3}R\sqrt{3}$, $a = 2R$, $c = \frac{4}{3}R\sqrt{6}$.

Questão 19. Vários elementos do bloco “p” apresentam alta afinidade química pelo hidrogênio, formando uma diversidade de compostos químicos, como por exemplo a água, ácidos e os hidretos. São comuns os hidretos de boro, de carbono, de silício, de enxofre, etc. Uma curiosidade é que os hidretos dos elementos do bloco “p” têm maiores pontos de ebulição em função do aumento da massa molecular. Entretanto, a molécula de água não segue a mesma tendência. Escolha a opção que melhor explica a exceção apresentada pela água quando comparada aos demais hidretos.

A () A água apresenta o maior ponto de ebulição dentre os hidretos da mesma família (373, 15 K), devido às interações dipolo-dipolo que se estabelecem entre as moléculas e é encontrada no estado líquido nas condições normais de temperatura e pressão.

B () A água e o hidreto de telúrio apresentam os maiores pontos de ebulição da série (100 °C e 25 °C, respectivamente), devido às ligações de hidrogênio que se estabelecem entre as moléculas e são encontradas nos estados sólido e líquido nas condições normais de temperatura e pressão.

C () A água apresenta o maior ponto de ebulição dentre os hidretos da mesma família (373, 15 K), devido às ligações de hidrogênio que se estabelecem entre as moléculas e é encontrada no estado líquido nas condições normais de temperatura e pressão.

D () A água e o hidreto de telúrio apresentam os maiores pontos de ebulição da série (100 °C e 25 °C, respectivamente), devido às ligações de hidrogênio e dipolo induzido que se estabelecem entre as moléculas e são encontradas no estado líquido nas condições normais de temperatura e pressão.

E () Da série de hidretos, a água só apresentou maior ponto de ebulição do que o sulfeto de enxofre.

Questão 20. A lâmpada de sódio é um tipo de lâmpada de descarga de gás amplamente utilizada na iluminação pública devido à sua alta eficiência energética e longa vida útil. A monocromia da lâmpada de vapor de sódio faz dela uma boa escolha para situações em que a poluição luminosa seja uma restrição. É por essa razão que este tipo de lâmpada é utilizado nas imediações de observatórios astronômicos e em áreas onde se pretenda reduzir a interferência da iluminação exterior com a fauna noturna. Dentro da lâmpada, há um tubo de arco de vidro ou cerâmica que contém uma pequena quantidade de sódio metálico, além de gases inertes como o neônio e o argônio. Quando a lâmpada é ligada, uma corrente elétrica passa através dos gases inertes, que inicialmente ajudam a ionizar o sódio. Com o aquecimento da lâmpada, o sódio metálico evapora e começa a emitir luz à medida que os átomos de sódio são excitados e depois voltam ao seu estado fundamental. A luz emitida pela lâmpada de sódio é resultado de transições eletrônicas muito próximas nos átomos de sódio. Essas transições combinadas liberam fótons (linha D), predominantemente na região do espectro visível, com comprimento de onda de aproximadamente 589 nm. Diante do exposto, escolha a resposta correta.

A () A linha D do Na é um dubleto de transições no verde e energia igual a $4,935 \times 10^{-20}$ J.

B () A linha D do Na é um tripleto de transições no amarelo e energia igual a $2,303 \times 10^{-19}$ J.

C () A linha D do Na é um dubleto de transições no amarelo e energia igual a $5,358 \times 10^{-25}$ J.

D () A linha D do Na é um tripleto de transições no laranja e energia igual a $3,568 \times 10^{-20}$ J.

E () A linha D do Na é um dubleto de transições no amarelo e energia igual a $3,38 \times 10^{-19}$ J.

Questão 21. Alguns países têm apontado que a fixação de dióxido de carbono nos oceanos é um processo crucial que contribui significativamente para a regulação do clima global e o ciclo do carbono e tem investido em tecnologias com esse propósito. No entanto, esse processo já ocorre naturalmente, envolvendo a captura e armazenamento de CO_2 atmosférico nas águas oceânicas, onde ele pode ser transformado em várias formas químicas e eventualmente sequestrado nos sedimentos oceânicos. Atualmente, os cientistas têm observado que o aumento das concentrações de CO_2 atmosférico está levando a uma maior dissolução de CO_2 nos oceanos, formando mais ácido carbônico. Isso diminui o pH da água do mar, um fenômeno conhecido como acidificação dos oceanos. A acidificação dos oceanos reduz a disponibilidade de íons carbonato, dificultando a formação de carbonato de cálcio para muitos organismos marinhos. Isso pode afetar negativamente corais, moluscos e outros organismos que dependem do carbonato de cálcio para suas estruturas. Os processos de fixação natural de CO_2 no oceano são essenciais para o ciclo global do carbono, influenciando as concentrações de CO_2 atmosférico e os padrões climáticos. Escolha a opção correta, sabendo que a solubilidade do carbonato de cálcio é igual a $0,0095 \text{ g L}^{-1}$ a 25°C .

A () A maior concentração de CO_2 nos oceanos, leva a um aumento na formação de ácido carbônico, dissolvendo o carbonato de cálcio, substância que apresenta produto de solubilidade igual a $9,0 \times 10^{-9}$.

B () A maior concentração de CO_2 nos oceanos, leva a um aumento na formação de ácido carbônico, que auxilia na fixação de carbonato de cálcio apenas nos sedimentos, já que a substância apresenta baixa solubilidade.

C () A maior concentração de CO_2 nos oceanos, leva a um aumento na formação de ácido carbônico, dissolvendo o carbonato de cálcio, substância que apresenta produto de solubilidade igual a $8,0 \times 10^{-10}$.

D () A maior concentração de CO_2 nos oceanos, leva a um aumento na formação de ácido carbônico, que auxilia na fixação de carbonato de cálcio nos sedimentos e nos recifes de corais, independente do seu produto de solubilidade.

E () A maior concentração de CO_2 nos oceanos, leva a um aumento na formação de ácido carbônico, dissolvendo o carbonato de cálcio, substância que apresenta produto de solubilidade igual a $7,5 \times 10^{-8}$.

Questão 22. O Princípio da Incerteza de Heisenberg é considerado um princípio fundamental da natureza. Ele estabelece que duas propriedades (A, B) não comutáveis não podem ser medidas simultaneamente. Assim, quaisquer modelos que descrevem propriedades em nível atômico não podem violar esse Princípio, por exemplo, a proposta de uma partícula de massa (m) confinada numa caixa de comprimento (a) e com movimento unidimensional. O produto dos desvios padrões – incerteza – das medidas posição (σ_x) e momento (σ_p) desse modelo de partícula citado em função do nível energético (n) que se encontra é:

A () $\sigma_x \sigma_p = \frac{\hbar}{2} \sqrt{\left(\frac{n^2 \pi^2}{3} - 2\right)}$

D () $\sigma_x \sigma_p = \frac{\hbar}{8} \sqrt{\left(\frac{n^2 \pi^2}{3} - 1\right)}$

B () $\sigma_x \sigma_p = \frac{\hbar}{3} \sqrt{\left(\frac{n^2 \pi^2}{3} - 3\right)}$

E () $\sigma_x \sigma_p = \frac{\hbar}{16} \sqrt{\left(\frac{n^2 \pi^2}{3} - 1\right)}$

C () $\sigma_x \sigma_p = \frac{\hbar}{4} \sqrt{\left(\frac{n^2 \pi^2}{3} - 3\right)}$

Questão 23. O processo Haber-Bosch é um método industrial de produção de amônia a partir de hidrogênio e nitrogênio atmosférico. Foi desenvolvido no início do século XX pelo químico alemão Fritz Haber e, posteriormente, industrializado por Carl Bosch. Nesse processo, o nitrogênio é extraído do ar, enquanto o hidrogênio geralmente é obtido a partir do gás natural (metano) e, sob as condições adequadas, converte os gases em amônia, liberando $-46,1 \text{ kJ mol}^{-1}$. O processo Haber é considerado uma inovação revolucionária, porque permitiu a produção em larga escala de fertilizantes nitrogenados, que são essenciais para a agricultura moderna. Ele ajudou a aumentar significativamente a produtividade agrícola, sustentando o crescimento populacional global. Além disso, o processo teve implicações em várias outras indústrias, como a produção de explosivos durante a Primeira Guerra Mundial. Este processo é um marco na história da química industrial e continua a ser um dos pilares da produção de amônia até hoje. Diante do exposto, escolha a opção correta.

- A ()** A reação química do processo Haber-Bosch é exotérmica e a pressão total do reator é controlada em aproximadamente $5,0 \text{ atm}$ para um maior rendimento do processo, independente da adição de catalisadores.
- B ()** As pressões parciais e total exercidas pelos gases hidrogênio e nitrogênio quando $1,0 \text{ mol}$ e $4,5 \text{ mol}$, respectivamente, são injetados em um reator de 25 L à temperatura de $15,0 \text{ }^\circ\text{C}$, considerando comportamento de gás ideal, são: $0,95 \text{ atm}$ para H_2 , $4,26 \text{ atm}$ para o N_2 e $5,21 \text{ atm}$ para a pressão total.
- C ()** A reação química do processo Haber-Bosch é exotérmica e a pressão total do reator é controlada em aproximadamente 10 atm , por isso usa-se pouco catalisador no processo industrial.
- D ()** As pressões parciais e total exercidas pelos gases hidrogênio e nitrogênio quando 1 mol e $4,5 \text{ mol}$, respectivamente, são injetados em um reator de 25 L à temperatura de $5,0 \text{ }^\circ\text{C}$, considerando comportamento de gás ideal, são: $0,95 \text{ atm}$ para H_2 , $4,26 \text{ atm}$ para o N_2 e $5,21 \text{ atm}$ para pressão total.
- E ()** As pressões parciais e total exercidas pelos gases hidrogênio e nitrogênio quando 1 mol e $4,5 \text{ mol}$, respectivamente, são injetados em um reator de 25 L a temperatura de $0,0 \text{ }^\circ\text{C}$, considerando o comportamento de gás ideal, são: $0,95 \text{ atm}$ para H_2 , $4,26 \text{ atm}$ para o N_2 e $5,21 \text{ atm}$ para pressão total.

Questão 24. A entropia é uma função de estado. Caso um gás passe uma transformação de um estado 1 para um estado 2, a relação de igualdade da variação de entropia desse sistema é corretamente descrita em:

A ()

$$dS = \frac{C_v dT}{T} + \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T - P \right] dV = \frac{C_v dT}{T} + \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T - V \right] dP$$

B ()

$$dS = \frac{C_v dT}{T} + \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T - P \right] dT = \frac{C_p dT}{T} + \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T - V \right] dT$$

C ()

$$dS = \frac{C_v dT}{T} + \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P \right] dV = \frac{C_p dT}{T} + \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T - V \right] dP$$

D ()

$$dS = \frac{C_v dT}{T} + \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P \right] dT = \frac{C_p dT}{T} + \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T + V \right] dT$$

E ()

$$dS = \frac{C_v dT}{T} + \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V} \right)_T + P \right] dV = \frac{C_p dT}{T} + \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial H}{\partial P} \right)_T + V \right] dP$$

Questão 25. O hidrogênio desempenha um papel significativo na geração de energia de várias maneiras, principalmente como um vetor energético ou como combustível direto em algumas aplicações. O processo mais utilizado industrialmente para produção de H_2 é a reforma catalítica do metano com vapor de água, que é também o mais dispendioso do ponto de vista energético. A reforma com vapor é um processo de alta eficiência térmica (superior a 80%), produzindo cerca de 10-12 toneladas de vapor por tonelada de H_2 produzido, mas seus custos de operação são altos pois exige o superaquecimento do vapor a altas temperaturas (cerca de $650 - 950\text{ }^\circ\text{C}$). O processo ocorre na presença de catalisadores metálicos suportados, sendo o níquel a fase metálica mais utilizada em catalisadores industriais de reforma. Apesar da eficiência do processo, uma consequência é a grande emissão de CO_2 (cerca de 0,35 a 0,42 m^3 de CO_2 por m^3 de hidrogênio produzido). Diante do exposto, escolha a opção correta.

A () O processo de reforma catalítica do metano com vapor de água pode ser representado pela equação química $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ ($\Delta H = -206\text{ kJ mol}^{-1}$) e, devido à alta concentração de vapor de água, a etapa química $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ também ocorre.

B () O processo de reforma catalítica do metano com vapor de água pode ser representado pela equação química $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ ($\Delta H = -206\text{ kJ mol}^{-1}$) e, devido à ocorrência paralela da reação de deslocamento gás-água (shift) a temperaturas elevadas, também ocorre emissão de CO_2 .

C () O processo de reforma catalítica do metano com vapor de água pode ser representado pela equação química $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ ($\Delta H = 206\text{ kJ mol}^{-1}$), porém, a etapa química $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ só ocorre quando o catalisador de níquel é substituído por paládio.

D () O processo de reforma catalítica do metano com vapor de água pode ser representado pela equação química $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ ($\Delta H = 206\text{ kJ mol}^{-1}$) e, devida a ocorrência paralela da reação de deslocamento gás-água (shift) a temperaturas mais baixas, também ocorre grande emissão de CO_2 .

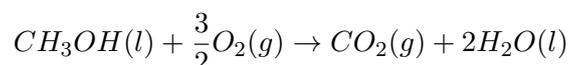
E () O processo de reforma catalítica do metano com vapor de água pode ser representado pela equação química $CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$ ($\Delta H = 206\text{ kJ mol}^{-1}$), porém, a etapa química $CO + H_2O \rightarrow CO_2 + H_2$ só ocorre quando o catalisador de níquel é substituído por platina.

Questão Dissertativa 1. O valor da capacidade calorífica molar de uma determinada substância a uma temperatura T é dado por:

$$\bar{C}_P(T) = \alpha \times \left[3,0 + 1,0(K) \times \frac{1}{T} + (2,0 \times 10^{-1}(K^{-1})) \times T \right]$$

Calcule o valor de ΔH desta substância quando 2 mol desta são aquecidos de 10 K a 27 K a 1,0 bar.
 Dados: $\alpha = 1,0 \times 10^{-1} J mol^{-1} K^{-1}$

Questão Dissertativa 2. Calcule o valor máximo de calor liberado na combustão de 32 L de metanol em condições padrão. Considere a reação de combustão dada a seguir e os dados oferecidos abaixo:



Dados:

$$\Delta_f \bar{H}^o[CO_2(g)] = -393,5 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f \bar{H}^o[H_2O(l)] = -285,8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

$$\Delta_f \bar{H}^o[CH_3OH(l)] = -239,1 \text{ kJ mol}^{-1}$$

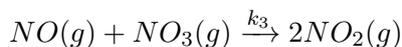
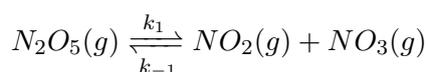
$$M[CH_3OH] = 32,0 \text{ g mol}^{-1}$$

$$\rho[CH_3OH] = 792 \text{ kg m}^{-3}$$

Questão Dissertativa 3. A aproximação do estado estacionário facilita a determinação de leis de velocidade de reações químicas a partir de mecanismos propostos que, posteriormente, podem ser confrontados com dados experimentais para verificação de sua adequação. A decomposição do N_2O_5



possui o seguinte mecanismo proposto:



Expresse a lei de velocidade de $(d[O_2]/dt)$ em função de k_1, k_{-1}, k_2 e $[N_2O_5]$ assumindo a aproximação do estado estacionário.

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO

RASCUNHO
