

CONHECIMENTOS ESPECÍFICOS

Uma empresa, diante da elevação dos preços da energia elétrica e das descobertas de grandes reservas de gás de xisto nas proximidades de suas instalações, resolveu investir na geração própria de energia termoeleétrica. O gás de xisto é composto principalmente por metano (CH_4), cuja equação de combustão é $\text{CH}_4(g) + 2\text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g) + 2\text{H}_2\text{O}(l)$. A tabela a seguir mostra os dados termodinâmicos, a 25 °C, relativos aos compostos envolvidos na equação apresentada.

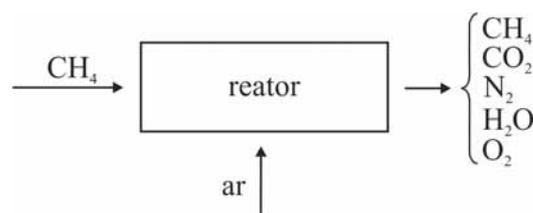
composto	$S^0(\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$	$C_p^0(\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$
$\text{CH}_4(g)$	186,3	35,3
$\text{O}_2(g)$	205,1	29,4
$\text{CO}_2(g)$	213,7	37,1
$\text{H}_2\text{O}(l)$	69,9	75,3

S^0 = entropia padrão molar

C_p^0 = capacidade calorífica padrão molar

Com relação a essa situação hipotética, julgue os itens subsequentes, considerando que a combustão do CH_4 ocorra de forma completa; que a entalpia padrão de combustão do $\text{CH}_4(g)$, a 25 °C, seja igual a -890 kJ/mol ; e que as massas molares, em g/mol, do C, do H e do O sejam iguais a 12,0, 1,0 e 16,0, respectivamente.

- 51 A combustão de um mol de $\text{CH}_4(g)$, em condições padrão a 25 °C, gera uma redução de mais de 1.000 kJ na energia livre de Gibbs do sistema.
- 52 Considerando-se que as capacidades caloríficas fornecidas na tabela sejam válidas para o intervalo de temperaturas entre 25 °C e 35 °C, é correto afirmar que a combustão do $\text{CH}_4(g)$ deverá liberar maior quantidade de calor se for realizada a 35 °C, e não a 25 °C.
- 53 Considerando-se um comportamento ideal para a mistura sob pressão total p , é correto afirmar que, em uma amostra de gás natural constituída por 95%, em massa, de metano e, o restante, de etano, a pressão parcial do metano será superior a $0,95p$.
- 54 Se o consumo mensal de energia elétrica da referida empresa for de $1,0 \times 10^{12} \text{ J}$, a combustão do $\text{CH}_4(g)$, sob pressão constante de 1 bar e a 25 °C, produzirá mais de 40 toneladas de CO_2 para suprir as necessidades mensais de energia da empresa.



Em um reator ideal, de processo contínuo, que opera em estado estacionário, a combustão de CH_4 ocorre com uma conversão de 90% do reagente limitante. Esse reator é alimentado com CH_4 e ar a taxas de 16 kg/h e 300 kg/h, respectivamente, conforme ilustrado no esquema apresentado.

Considerando que, nessa situação, a combustão do CH_4 seja completa e que a composição do ar que alimenta o reator seja de 24%, em massa, de $\text{O}_2(g)$ e, o restante, de $\text{N}_2(g)$, julgue o item subseqüente.

- 55 A porcentagem, em massa, de CO_2 na corrente de saída do reator é superior a 10%.

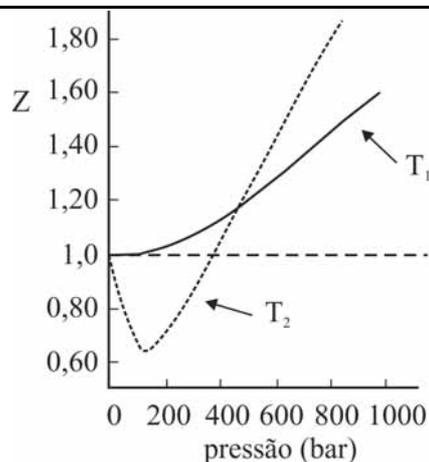


Figura I

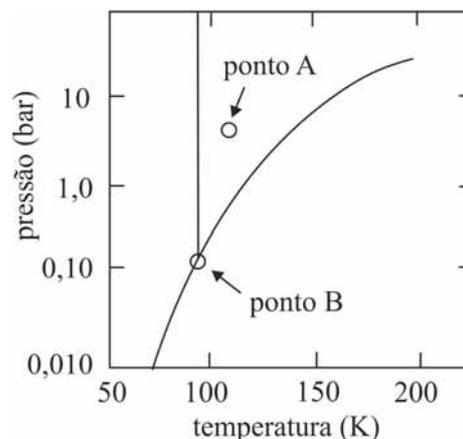


Figura II

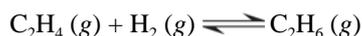
A figura I ilustra o gráfico do coeficiente de compressibilidade (Z) do $\text{CH}_4(g)$ em função da pressão para duas temperaturas distintas (T_1 e T_2), e a figura II representa o diagrama de fases desse mesmo composto. A partir das figuras apresentadas, julgue os itens que se seguem.

- 56 Na temperatura T_2 , o CH_4 (g), a 200 bar de pressão, ocupará um volume superior ao estimado pela equação dos gases ideais, o que demonstra que as forças atrativas predominam sobre as forças repulsivas.
- 57 Infere-se da situação mostrada na figura I que T_1 é maior que T_2 .
- 58 O CH_4 não pode ser liquefeito por simples compressão à temperatura de 150 K, uma vez que o ponto B, na figura II, corresponde à temperatura crítica desse gás.
- 59 Na temperatura e pressão correspondentes ao ponto A da figura II, o potencial químico do metano gasoso é superior ao do metano líquido.

Uma célula eletroquímica realiza a eletrólise de uma solução aquosa de NaCl operando com uma corrente constante de 100,0 A e com rendimento de 100% para a formação de Cl_2 . Considerando que a massa molar do Cl_2 seja igual a 70,9 g/mol e que a constante de Faraday seja igual a 96.500 C/mol, julgue os próximos itens.

- 60 O tempo necessário para a formação de 709 g de Cl_2 , a partir da eletrólise da solução aquosa de NaCl, é superior a 2 h.
- 61 Na eletrólise da solução aquosa de NaCl, a formação do Cl_2 ocorre no ânodo da célula.

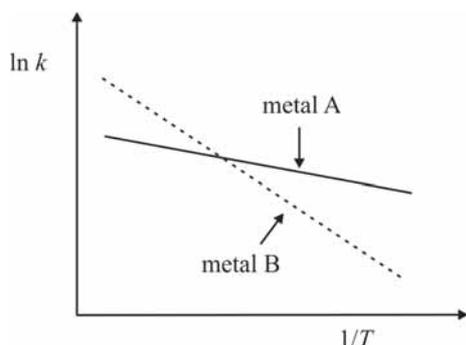
O H_2 (g), obtido como subproduto da eletrólise do NaCl, é largamente empregado na indústria em reações de hidrogenação, como a que ocorre com o eteno (C_2H_4), representada pela seguinte equação:



A tabela seguinte contém as energias livres de Gibbs padrão de formação (ΔG_f^0) a 25 °C de cada composto envolvido.

composto	ΔG_f^0 (kJ/mol)
C_2H_4 (g)	67,5
H_2 (g)	0
C_2H_6 (g)	-32,5

O gráfico a seguir mostra o $\ln k$ da constante de velocidade da referida reação (k) em função do inverso da temperatura ($1/T$) para a reação catalisada por dois diferentes metais.



Considerando que as reações de hidrogenação sejam exotérmicas, que todos os gases envolvidos apresentem comportamento ideal e que o produto da constante universal dos gases pela temperatura absoluta ($R \times T$) seja igual a 2.500 J/mol, julgue os itens que se seguem.

- 62 A constante de equilíbrio para a reação de hidrogenação do C_2H_4 (g) a 100 °C é maior que a 25 °C.
- 63 Sob determinada temperatura, a reação de hidrogenação do C_2H_4 (g) liberará maior quantidade de calor se realizada a volume constante, e não a pressão constante.

- 64 A energia de ativação da reação de hidrogenação catalisada pelo metal B é superior à da reação catalisada pelo metal A.
- 65 Considere que a reação de hidrogenação em apreço seja de ordem um com relação ao C_2H_4 (g) e de ordem um com relação ao H_2 (g), e que as concentrações iniciais de cada um dos dois reagentes sejam iguais a x_0 . Nessas condições, a concentração de C_2H_4 em um instante t da reação é dada por $x_0/(1 + k'tx_0)$, em que k' é a constante de velocidade na temperatura da reação.

As bombas são máquinas que adicionam energia a uma corrente fluida quando o escoamento é líquido ou pastoso. Com relação a esses equipamentos, julgue os itens a seguir.

- 66 A fim de se prevenir a cavitação e permitir a operação satisfatória da bomba, o valor NPSHR referente à altura de sucção positiva líquida requerida das bombas centrífugas deve ser igual ou maior que o valor NPSHA relacionado à altura de sucção positiva líquida disponível.
- 67 Para a escolha de uma bomba, deve-se considerar a necessidade de vazão do fluido que se deseja transportar, além de sua natureza e condições. A perda de carga a ser vencida pelo bombeamento não interfere nessa escolha.
- 68 A perda de carga total é calculada pela diferença entre as perdas de carga localizadas e distribuídas. Na operação de bombeamento em dutos, essa perda refere-se à soma da energia perdida pelo fluido, durante seu deslocamento, devido aos efeitos de atrito do escoamento nos dutos, aos acessórios da tubulação, às entradas e saídas e às mudanças de área.
- 69 As bombas podem ser classificadas em dois grupos: bombas cinéticas ou rotodinâmicas e bombas de deslocamento positivo ou volumétricas.

Julgue os itens seguintes, a respeito dos medidores de vazão.

- 70 Os rotômetros são formados por duas peças fundamentais: um tubo cônico vertical com o diâmetro maior voltado para cima, pelo qual passa o fluido; e um flutuador de diâmetro ligeiramente inferior ao menor diâmetro do tubo cônico.
- 71 Para a medição de vazão de fluidos em suspensão, os tubos de Venturi são mais indicados que os rotômetros, pois a configuração de construção do tubo de Venturi proporciona menor acúmulo da suspensão.
- 72 O tubo de Venturi clássico de seção circular apresenta três partes importantes: o cone de entrada, destinado a aumentar progressivamente a velocidade do fluido; a parte intermediária cilíndrica, onde se faz a medição de alta pressão; e o cone de saída, que aumenta progressivamente a velocidade do fluido.

Com referência ao processo de filtração e a parâmetros relacionados a esse processo, julgue os itens que se seguem.

- 73 Para cálculos de filtração com tortas incompressíveis, o valor da resistência específica da torta, que é variável, é determinado experimentalmente.
- 74 Força motriz da filtração é a diferença de pressão que pode ser causada por ação da gravidade (coluna hidrostática), força centrífuga e aplicação de pressão ou vácuo.
- 75 Na operação de filtração sob pressão constante, a vazão durante a filtração reduz à medida que diminui a espessura da torta. Esse tipo de filtração é adequado para precipitados pouco compressíveis.

Julgue os itens subsequentes, acerca da operação de sedimentação.

- 76 De acordo com a lei de Kynch, que rege a operação de sedimentação, a velocidade de sedimentação de uma partícula isolada é função de sua viscosidade e de seu diâmetro.
- 77 O ensaio de proveta é um teste experimental de sedimentação descontínua que tem como objetivo acompanhar o deslocamento da interface superior de uma suspensão ao longo do tempo, de modo a originar uma curva de sedimentação.
- 78 Os principais parâmetros de projeto de um sedimentador são a área da seção de sedimentação e a altura do equipamento.

A respeito de análise granulométrica e peneiramento, julgue os próximos itens.

- 79 O peneiramento industrial de insumos sólidos garante a manutenção da qualidade do produto final, contudo, no que se refere ao tamanho de partícula do material que será processado, pouco influencia o processo industrial e a eficiência dos equipamentos de produção.
- 80 Na análise granulométrica por sedimentação para determinação do tamanho das partículas, faz-se uso de técnicas de análise de tamanho que se baseiam em similaridades geométricas, como o diâmetro de partícula, o qual, por sua vez, é determinado pelos métodos em que se utiliza a lei de Stokes, aplicada em regime turbulento.

No que se refere a mecanismos de troca de calor, julgue os itens a seguir.

- 81 A taxa de convecção de calor pode ser calculada com base na temperatura do fluido em movimento, observada na distância equivalente à espessura da camada limite turbulenta, sendo a temperatura da superfície desconsiderada na equação de transporte.
- 82 Os valores típicos para o coeficiente de troca de calor por convecção forçada, em $\frac{W}{m^2 \cdot K}$, estão na faixa de dezenas a centenas para gases e de centenas a milhares para líquidos.
- 83 A condução de calor pode ocorrer através de um sólido ou de um líquido estacionário, sendo proporcional à condutibilidade térmica do meio.

Acerca de trocadores de calor, julgue os itens que se seguem.

- 84 Dispositivos do tipo casco e tubo são contraindicados quando os dois fluidos (quente e frio) estiverem no estado líquido.
- 85 Trocadores de calor do tipo compacto, em que pelo menos um fluido esteja no estado gasoso, devem apresentar elevada área por unidade de volume de superfície de troca.
- 86 Os trocadores de calor são tipicamente classificados com base nas suas características construtivas e no modo como os fluidos escoam nesses aparelhos, que pode ser laminar ou turbulento.

Com relação às misturas de vapor d'água com ar atmosférico em determinada temperatura ambiente e volume fixo, julgue os itens subsequentes.

- 87 Em uma carta psicrométrica, as linhas de umidade relativa constante se afastam à medida que a temperatura de bulbo seco aumenta.
- 88 A umidade absoluta é calculada pela razão da massa de vapor d'água no ar pela massa de ar seco, ao passo que a umidade relativa é determinada dividindo-se a pressão de vapor pela pressão atmosférica.
- 89 Se a temperatura de bulbo úmido e a de bulbo seco forem iguais, então o ar estará saturado, não sendo necessária a carta psicrométrica para estimar a umidade relativa.
- 90 Em determinadas condições, é possível que 100 g de água estejam contidos em 1,0 kg de ar úmido a 25 °C.

Acerca dos processos físicos que ocorrem por difusão de massa, julgue os itens seguintes.

- 91 Em uma mistura binária, o coeficiente de difusão, expresso em m^2/s , tem grande dependência da temperatura e é inversamente proporcional à pressão do gás.
- 92 De acordo com a lei de Fick de difusão binária unidimensional, a estimativa do fluxo mássico de uma substância é obtida pela soma do fluxo volumétrico ponderado (*bulk motion*) com o valor de difusão molecular dessa substância.
- 93 Em geral, a conservação de massa total requer que o somatório dos fluxos difusivos de todas as espécies seja maior que um.

Julgue os próximos itens, a respeito de evaporadores simples ou de múltiplos efeitos.

- 94 Sistemas de evaporação de múltiplos efeitos empregam dispositivos de reaquecimento do fluido quente, entre efeitos, objetivando minimizar o fluxo de vapor total necessário nas operações.
- 95 Película ascendente, película descendente, circulação forçada, células a combustível, serpentina rotativa, placas e leito móvel são equipamentos empregados regularmente como sistemas de evaporação.

O etileno — o alceno mais simples e um dos mais importantes produtos orgânicos fabricados industrialmente — é utilizado na síntese de polietileno, de etanol, de ácido acético e de outros compostos. O polietileno é um dos polímeros mais versáteis existentes no mercado. A respeito das matérias-primas e de aspectos relacionados à produção de etileno (eteno) e de polietileno, julgue os itens a seguir.

- 96 O processo para a produção de etileno por craqueamento pirolítico ocorre em um forno constituído por tubos de craqueamento térmico em forma de serpentina. A remoção do coque depositado nas paredes dos tubos durante o processo requer que o forno seja isolado; e, em seguida, um fluxo de vapor ou uma mistura de vapor com ar é passada através das bobinas do forno, convertendo a camada dura de carbono sólido em monóxido de carbono e dióxido de carbono.
- 97 A principal diferença entre os processos de polimerização de etileno sob alta pressão e sob baixa pressão está na utilização, por este último, de um sistema catalítico.
- 98 Na síntese de etileno, pode-se utilizar butano, que se decompõe em dois radicais etila; cada um deles, ao perder um átomo de hidrogênio, gera duas moléculas de etileno.

O cloro, o ácido nítrico e o ácido sulfúrico são compostos inorgânicos bastante utilizados na indústria química para a preparação de outros compostos inorgânicos e orgânicos comercialmente importantes, como PVC (policloreto de vinila) e fertilizantes, e no refino do petróleo, para remover impurezas da gasolina e de outros óleos. Com referência aos processos de produção dos compostos inorgânicos cloro, ácido nítrico e ácido sulfúrico, julgue os itens que se seguem.

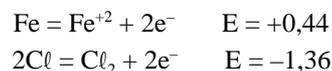
- 99 No processo de produção de ácido sulfúrico, utiliza-se como matéria-prima para a obtenção do SO_2 o enxofre, que sofre um processo de combustão no qual são utilizados como agentes comburentes o oxigênio puro ou o ar seco. A utilização de ar seco proporciona ao meio reacional uma temperatura maior que a obtida ao se utilizar oxigênio puro.
- 100 As plantas usadas para a produção de cloro são eletrointensivas; por esse motivo, a energia elétrica é o item mais importante de custo. Nessas plantas, o cloro gasoso e a soda cáustica são produzidos, simultaneamente, pela eletrólise de cloreto de sódio.
- 101 A produção massiva do ácido nítrico ocorre por meio do processo Ostwald, em que são utilizados amônia anidra, ar e água como matérias-primas e uma tela de platina-ródio como catalisador.

As estações de tratamento de água industrial ou potável têm a finalidade de transformar a água denominada bruta em água própria para uso na indústria ou em água potável para o consumo humano. Acerca do tratamento de água, julgue os itens subsequentes.

- 102 Algumas etapas do tratamento completo de água potável poderão ser dispensadas para a devida potabilização, podendo-se, conforme as características da água a ser tratada, adotar um tratamento mais simplificado, como cloração e fluoretação apenas.
- 103 No tratamento de água para uso industrial, podem-se utilizar colunas de troca iônica para a substituição de íons catiônicos (Ca^{+2} , Mg^{+2}) e de íons aniônicos (sulfatos, carbonatos, silicatos) — responsáveis pelas incrustações — por cátions H^+ e ânions OH^- .
- 104 A água que abastecerá uma caldeira não necessita de tratamento químico para a remoção de íons de sais, já que o vapor produzido é livre desses íons, que poderiam ser prejudiciais a equipamentos nas seções pós-caldeira, como turbinas, válvulas e acessórios.
- 105 A intensidade da turbidez da água depende da granulometria e da concentração das partículas: partículas menores, em concentrações elevadas, causam pequena turbidez, ao passo que partículas grandes, nas mesmas concentrações, causam maior turbidez.

Em relação a tipos de material e ao processo de corrosão, julgue os próximos itens.

- 106 Considerando os potenciais de oxidação mostrados a seguir, é correto afirmar que a limpeza de aço inoxidável com cloro pode ser recomendada por impedir a corrosão devido ao menor potencial de oxidação (E) do ferro (Fe) em relação ao cloro (Cl).



- 107 Há casos benéficos de corrosão, como a oxidação de aços inoxidáveis, que produz uma camada protetora de óxido de cromo, e a proteção do material de alumínio, com a formação de óxido de alumínio.
- 108 Na proteção com metal de sacrifício, o material a ser protegido é conectado como ânodo de uma célula galvânica, sendo o cátodo um metal mais ativo que se consome à medida que protege o material.

Considerando que sistemas de controle de processo são utilizados para assegurar a estabilidade e otimizar o desempenho econômico desse processo, julgue os itens seguintes, relativos a instrumentação e controle de processo.

- 109 O controlador *feedback* mede o desvio entre o valor da variável a ser controlada e o *set point* na linha de entrada do processo, antecipando os efeitos que ele teria na saída do processo, pois as ações de controle se iniciam imediatamente após a detecção do desvio.
- 110 O controle de temperatura de um líquido em um tanque pode ser feito por meio de um manômetro, utilizado para medir a temperatura, e de um controlador *feedback*, que usa o valor medido de temperatura para avaliar o valor do desvio em relação a um valor preestabelecido (*set point*).

Em determinada comarca no Brasil, tramita ação cível apresentada por um fazendeiro que disputa com seu vizinho o local onde deve ficar a linha demarcatória de suas propriedades rurais. Os dois fazendeiros possuem cópias de documentos antigos como provas de suas alegações.

Nessa situação hipotética,

- 111 poderão ser ordenadas pelo menos duas espécies diferentes de perícia: o exame dos documentos apresentados pelas partes e a vistoria das duas fazendas para a determinação de suas áreas.
- 112 o juiz poderá determinar que seja feita perícia para a verificação da autenticidade dos documentos apresentados pelas partes, devendo a sua opinião sobre esses documentos ficar restrita à conclusão do laudo pericial.
- 113 será desnecessária a perícia por agrimensor caso o juiz conheça bem o terreno em disputa pelos fazendeiros, o que tornará a resolução mais célere e menos dispendiosa ao conflito.

Acerca dos peritos e dos assistentes técnicos, julgue os itens que se seguem.

- 114 Não cabe ao perito emitir opiniões acerca de questões jurídicas: sua atuação deve limitar-se a questões de fato, tratadas sob uma perspectiva técnica.
- 115 Perito e assistente se distinguem pelos interesses que defendem em juízo: o perito deve ser neutro e tem por objeto esclarecer o juízo, ao passo que o assistente é auxiliar da parte, que age para garantir o amplo contraditório.
- 116 As partes podem arguir o impedimento ou suspeição do perito e levantar dúvidas sobre seus conhecimentos técnicos e especializados ou aptidões para a realização da perícia. Os assistentes não estão sujeitos a essas arguições.
- 117 Considere que, em uma pequena cidade do interior do país, o juiz da comarca esteja atuando em uma ação que requer laudo pericial sobre as consequências da exploração de minério em determinada área. Considere, ainda, que não haja na cidade nem nas localidades próximas profissional competente que possa realizar a perícia necessária. Nessa situação, o juiz deve comunicar o fato às partes, para que elas indiquem profissionais capazes de fazê-lo e arquem com as custas daí resultantes em proporção igual.

Acerca da prova e do laudo pericial, julgue os próximos itens.

- 118 Em uma ação judicial na área cível, os meios de prova admissíveis restringem-se àqueles que estão expressamente previstos em lei, ou seja, a confissão, o depoimento pessoal, o interrogatório, as testemunhas, os documentos, a perícia e a inspeção judicial.
- 119 Em sentido subjetivo, é correto definir a prova como a convicção produzida pelos meios probatórios na mente do juiz, que é a quem a atividade probatória se dirige. Nesse sentido, entende-se por meios probatórios aqueles instrumentos utilizados por cada parte para demonstrar a veracidade dos fatos que alega em juízo.
- 120 O perito que elabora um laudo pericial, apresentando-o dentro do prazo estipulado pelo juiz, fica impedido de ser convocado por qualquer das partes para testemunhar na mesma ação.

Espaço livre