

QUÍMICA

Dados

- Constante de Avogadro, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Carga elementar, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Constante de Planck, $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg s}^{-1}$
- Constante de autoionização da água, $K_w = 1 \cdot 10^{-14}$
- Constante de Faraday, $F = 96\,500 \text{ C mol}^{-1}$
- Constante dos gases, $R = 8,31 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
- Constante de Rydberg, $\mathcal{R} = 1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$
- Velocidade da luz no vácuo, $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Definições

- Composição do ar atmosférico: 79% N_2 e 21% O_2

Aproximações Numéricas

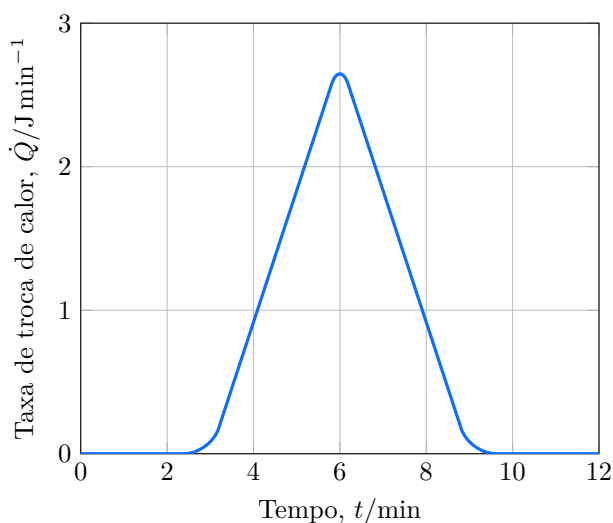
- $\sqrt{2} = 1,4$
- $\sqrt{3} = 1,7$
- $\sqrt{5} = 2,2$
- $\log 2 = 0,3$
- $\log 3 = 0,5$
- $\ln 10 = 2,3$

Tabela Periódica

| | | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 H 1,01 | 6 C 12,01 | 7 N 14,01 | 8 O 16,00 | 11 Na 22,99 | 12 Mg 24,31 | 14 Si 28,09 | 16 S 32,06 | 17 Cl 35,45 | 26 Fe 55,84 | 30 Zn 65,38 |
|-----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|

Questão 1

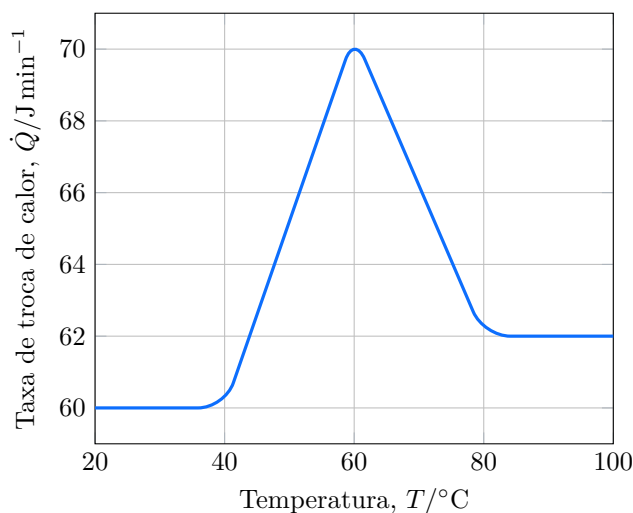
O gráfico a seguir apresenta a taxa de liberação de calor para uma reação química. Ao final da reação é formado 1 mol de produto.



- Determine o calor liberado até 11 minutos de reação.
- Determine a quantidade de produto formada até 4 minutos de reação.

Questão 2

A técnica de calorimetria exploratória diferencial pode ser aplicada para determinar a entalpia de desnaturação uma proteína. Uma amostra contendo 1 g da proteína e uma amostra de alumínio são colocadas no equipamento. O alumínio recebe uma taxa constante de calor de forma que sua temperatura varia 1 K s^{-1} . A taxa de calor fornecida à proteína varia de forma que a temperatura da proteína e do alumínio permanecem iguais em todo o processo. O termograma a seguir apresenta a taxa de calor fornecida à proteína em função de sua temperatura.



- Classifique** a desnaturação como endotérmica ou exotérmica.
- Compare** a capacidade calorífica da proteína antes e após a desnaturação.
- Estime** a variação de entalpia da desnaturação.

Questão 3

Uma massa de óxido de ferro(II), FeO , é aquecida até 1273 K e, em seguida, exposta a uma mistura gasosa de monóxido de carbono e hidrogênio. O óxido é reduzido ao metal sem qualquer fornecimento adicional de energia. O sistema perde $4,2 \text{ kJ}$ de calor para a vizinhança por mol de óxido reduzido.

- Apresente** as equações balanceadas para as reações químicas do processo.
- Determine** a menor razão possível entre as pressões parciais de monóxido de carbono e hidrogênio para que a reação seja autossustentável.

| Dados em 1273 K | FeO(s) | $\text{H}_2\text{O(g)}$ | CO(g) | $\text{CO}_2\text{(g)}$ |
|--|-----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| Entalpia padrão de formação, $\Delta H_f^{\circ} / \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ | -265 | -250 | -112 | -394 |

Questão 4

A ustulação da blenda de zinco é conduzida em 1350 K em um reator do tipo leito fluidizado. Sulfeto de zinco, ZnS, e quantidade estequiométrica de ar são adicionados em fluxo contínuo a 77 °C. Nessa temperatura, a reação libera 460 kJ de calor por mol de sulfeto reduzido, formando óxido de zinco e dióxido de enxofre.

- Verifique se a reação é autossustentável em 1350 K.
- Determine maior a fração mássica possível da impureza sílica, SiO₂, na blenda para que a reação seja autossustentável em 1350 K.

| Dados em 1350 K | SiO(s) | ZnS(s) | O ₂ (g) | N ₂ (g) |
|--|--------|--------|--------------------|--------------------|
| Capacidade calorífica isobárica, $C_P / \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$ | 80 | 60 | 40 | 30 |

Questão 5

A **temperatura adiabática de chama** é a temperatura que resulta de uma combustão completa em pressão constante que ocorre sem qualquer transferência de calor para a vizinhança.

Considere a combustão do octano, C₈H₁₈, em 25 °C.

- Determine a temperatura adiabática de chama da combustão com quantidade estequiométrica de oxigênio.
- Determine a temperatura adiabática de chama da combustão com quantidade estequiométrica de ar.
- Determine a temperatura adiabática de chama da combustão com 300% de excesso de ar.

| Dados em 25 °C | C ₈ H ₁₈ (l) | O ₂ (g) | N ₂ (g) | H ₂ O(g) | CO ₂ (g) |
|--|------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Entalpia padrão de formação, $\Delta H_f^\circ / \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ | -250 | | | -242 | -394 |
| Capacidade calorífica isobárica, $C_P / \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$ | | 30 | 30 | 44 | 45 |

Questão 6

Uma mistura de metano e ar na proporção 1 : 15, em 25 °C e 1 atm, entra em combustão em um reservatório adiabático, consumindo completamente o metano. O processo ocorre sob pressão constante e os produtos formados permanecem em fase gasosa.

- Determine a fração molar de vapor d'água no reservatório ao final da reação.
- Determine a temperatura final do sistema.

| Dados em 25 °C | CH ₄ (l) | O ₂ (g) | N ₂ (g) | H ₂ O(g) | CO ₂ (g) |
|--|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Entalpia padrão de formação, $\Delta H_f^\circ / \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$ | -94 | | | -58 | -18 |
| Entalpia padrão, $(H_{1700 \text{ K}}^\circ - H_{298 \text{ K}}^\circ) / \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$ | | 11,5 | 10,9 | 13,7 | 17,6 |
| Entalpia padrão, $(H_{2000 \text{ K}}^\circ - H_{298 \text{ K}}^\circ) / \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$ | | 14,1 | 13,4 | 17,3 | 21,9 |

Questão 7

Monóxido de carbono em 473 K é queimado com 90% de excesso de ar em 773 K e 1 atm. Os produtos da combustão abandonam a câmara de reação a 1273 K.

- Determine** o calor liberado por mol de monóxido de carbono formado.
- Determine** a maior temperatura possível para os produtos de combustão ao final da reação.

| Dados em 25 °C | O ₂ (g) | N ₂ (g) | CO ₂ (g) | CO(g) |
|--|--------------------|--------------------|---------------------|-------|
| Entalpia padrão de formação, $\Delta H_f^\circ / \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ | | | -394 | -112 |
| Capacidade calorífica isobárica, $C_P / \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$ | 30 | 30 | 40 | 30 |

Questão 8

Um carro comum possui quatro cilindros, que totalizam um volume de 1,6 L e um consumo de combustível de 9,5 L por 100 km quando viaja a 80 km h⁻¹. Cada cilindro sofre 20 ciclos de queima por segundo. O combustível é o octano, C₈H₁₈, com densidade 0,75 g cm⁻³. O combustível gaseificado e ar são introduzidos a 390 K no cilindro quando seu volume é máximo, até que a pressão atinja 1 atm. A densidade do Na combustão, 10% do carbono é convertido em monóxido de carbono e o restante em dióxido de carbono. Ao final do ciclo, o cilindro se expande novamente até o volume máximo, sob pressão final de 2 atm.

- Determine** a vazão de entrada de ar no motor.
- Determine** a composição dos produtos de combustão.
- Determine** a temperatura dos produtos de combustão imediatamente após o final da reação.
- Determine** a temperatura de saída dos gases de exaustão.

| Dados em 25 °C | C ₈ H ₁₈ (g) | O ₂ (g) | N ₂ (g) | H ₂ O(g) | CO ₂ (g) | CO(g) |
|--|------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------|
| Entalpia padrão de formação, $\Delta H_f^\circ / \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ | -250 | | | -242 | -394 | -112 |
| Capacidade calorífica isobárica, $C_P / \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$ | | 30 | 30 | 40 | 40 | 30 |

Questão 9

Uma amostra de 18 g de água líquida super-resfriada em -20 °C sob 1 atm é abruptamente convertida em gelo mantendo a temperatura constante.

- Determine** a variação de entropia do sistema.
- Determine** a variação de entropia da vizinhança.
- Determine** a variação de entropia do universo.

| Dados em 0 °C | H ₂ O(l) | H ₂ O(s) |
|--|---------------------|---------------------|
| Entalpia padrão de formação, $\Delta H_f^\circ / \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ | -286 | -292 |
| Capacidade calorífica isobárica, $C_P / \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$ | 75 | 38 |

**Questão 10**

Uma amostra de 71 g de cloro, inicialmente a 300 K e 100 atm se expande contra uma pressão externa constante de 1 atm até o estado de equilíbrio. Como resultado da expansão, 10% da massa de gás é condensada.

A temperatura de ebulição do cloro líquido é $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ e sua densidade é $1,6\text{ g cm}^{-3}$.

- Determine** a variação de energia interna do sistema.
- Determine** a variação de entropia do sistema.

| Dados em $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ | $\text{Cl}_2(\text{l})$ | $\text{Cl}_2(\text{g})$ |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Entalpia padrão de formação, $\Delta H_f^{\circ} / \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ | -20 | |
| Capacidade calorífica isovolumétrica, $C_V / \frac{\text{J}}{\text{K mol}}$ | | 30 |