

## 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%  $\text{N}_2$  e 21%  $\text{O}_2$

### Aproximações Numéricas

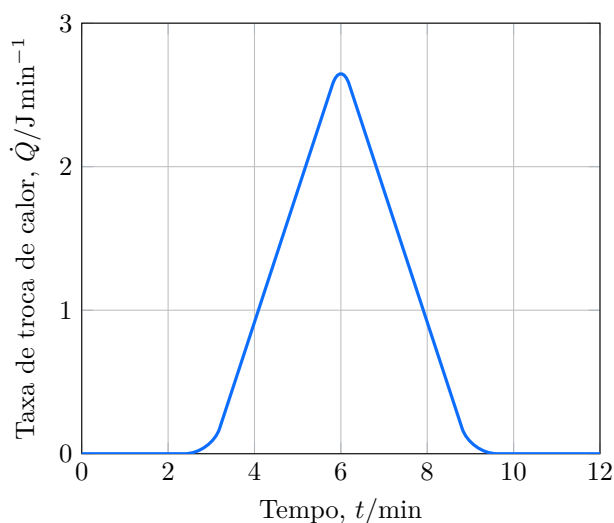
- $\sqrt{2} = 1,4$
- $\sqrt{3} = 1,7$
- $\sqrt{5} = 2,2$
- $\log 2 = 0,3$
- $\log 3 = 0,5$
- $\ln 10 = 2,3$

### Tabela Periódica

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

### Questão 1

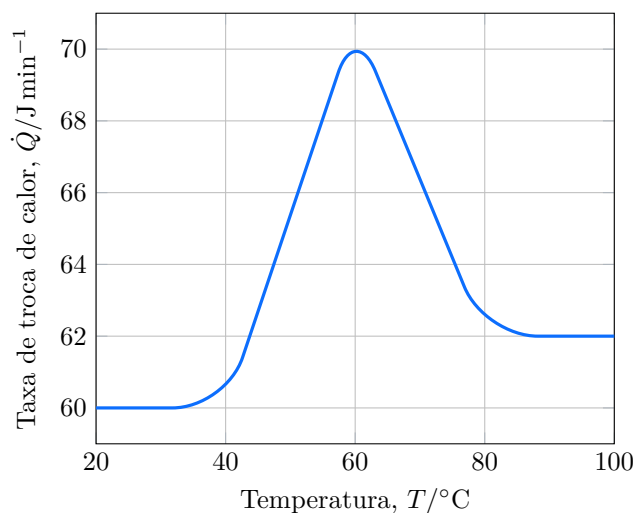
O gráfico a seguir apresenta a taxa de liberação de calor para uma reação química. Ao final da reação é formado 1 mol de produto.



- Determine a quantidade de produto formada até 4 minutos de reação.
- Determine o calor liberado até 11 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  $1 \text{ K s}^{-1}$ . 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),  $\text{FeO}$ , é aquecida até  $1273 \text{ K}$  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 auto-sustentável.

Dados em $1273 \text{ K}$	$\text{FeO(s)}$	$\text{H}_2\text{O(g)}$	$\text{CO(g)}$	$\text{CO}_2\text{(g)}$
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 auto-sustentável.
- Determine maior a fração mássica possível da impureza sílica, SiO<sub>2</sub>, na blenda para que a reação seja auto-sustentável.

Dados em 1350 K	SiO(s)	ZnS(s)	O <sub>2</sub> (g)	N <sub>2</sub> (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, C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>, 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 <sub>8</sub> H <sub>18</sub> (l)	O <sub>2</sub> (g)	N <sub>2</sub> (g)	H <sub>2</sub> O(g)	CO <sub>2</sub> (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 <sub>4</sub> (l)	O <sub>2</sub> (g)	N <sub>2</sub> (g)	H <sub>2</sub> O(g)	CO <sub>2</sub> (g)
Entalpia padrão de formação, $\Delta H_f^\circ / \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$	-94			-58	-18
Entalpia padrão, $(H_{1700\text{ K}}^\circ - H_{298\text{ K}}^\circ) / \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$		11,5	10,9	13,7	17,6
Entalpia padrão, $(H_{2000\text{ K}}^\circ - H_{298\text{ K}}^\circ) / \frac{\text{cal}}{\text{mol}}$		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 <sub>2</sub> (g)	N <sub>2</sub> (g)	CO <sub>2</sub> (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<sup>-1</sup>. Cada cilindro sofre 20 ciclos de queima por segundo. O combustível, 2,2,4-trimetilpentano, C<sub>8</sub>H<sub>18</sub>, gaseificado e ar são introduzidos a 390 K no cilindro quando seu volume é máximo, até que a pressão atinja 1 atm. 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 20 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 <sub>8</sub> H <sub>18</sub> (g)	O <sub>2</sub> (g)	N <sub>2</sub> (g)	H <sub>2</sub> O(g)	CO <sub>2</sub> (g)	CO(g)
Entalpia padrão de formação, $\Delta H_f^\circ / \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	-187			-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 <sub>2</sub> O(l)	H <sub>2</sub> 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.

O cloro líquido funde em  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  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