

Resoluções

Capítulo 11

Cinética Química I – Velocidades média e instantânea



ATIVIDADES PARA SALA

01 C

- Determina-se a variação da quantidade de matéria do nitrogênio:
 $\Delta n = |n_2 - n_1| \therefore \Delta n = |6 \text{ mol} - 12 \text{ mol}| = 6 \text{ mol}$
- Calcula-se a variação do tempo entre os instantes considerados:
 $\Delta t = t_2 - t_1 \therefore \Delta t = 20 \text{ s} - 10 \text{ s} = 10 \text{ s}$
- Calcula-se a velocidade média (v_m):
 $v_m = ?$
 $\Delta n = 6 \text{ mol} \quad v_m = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{6 \text{ mol}}{10 \text{ s}} \therefore v_m = 0,6 \text{ mol/s}$
 $\Delta t = 10 \text{ s}$
 Portanto, a cada segundo, essa reação consome 0,6 mol de gás nitrogênio (N_2).

02 B

A velocidade média é a relação entre a variação da concentração em quantidade de matéria da substância e a variação do tempo. Assim:

$$v_m = \frac{\Delta_{\text{concentração}}}{\Delta_{\text{tempo}}}$$

2 minutos – 120 segundos
 5 minutos – 300 segundos

$$v_m = |0,4 - 0,7| / 5 - 2$$

$$v_m = 0,1 \text{ mol/L} \cdot \text{min}$$

03 B

- (F) As moléculas reagentes não possuem energia superior à de ativação, pois suas ligações não foram quebradas na colisão. Não ocorreu reação química.
- (V) Observa-se que, após a colisão efetiva, as moléculas dos reagentes e produtos se rearranjaram, caracterizando a reação química.
- (F) A colisão frontal não foi efetiva, e não ocorreu reação química.
- (F) Em I e III, as colisões não foram efetivas, as ligações dos reagentes não se romperam, e não houve reação química.
- (F) Apenas na situação II ocorreu formação de novas substâncias.

04

- a) Intervalo de 0 min a 5 min

$$v_m = ?$$

$$\Delta[A] = |0,5 \text{ mol/L} - 2 \text{ mol/L}| = 1,5 \text{ mol/L}$$

$$\Delta t = 5 \text{ min} - 0 \text{ min} = 5 \text{ min}$$

$$v_m = \frac{\Delta[A]}{3 \cdot \Delta t} = \frac{1,5 \text{ mol/L}}{3 \cdot 5 \text{ min}} = \frac{1,5 \text{ mol/L}}{15 \text{ min}}$$

$$\therefore v_m = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

Portanto, a velocidade média da reação nesse intervalo é $0,1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

- b) Intervalo de 5 min a 11 min

$$v_m = ?$$

$$\Delta[A] = |0,2 \text{ mol/L} - 0,5 \text{ mol/L}| = 0,3 \text{ mol/L}$$

$$\Delta t = 11 \text{ min} - 5 \text{ min} = 6 \text{ min}$$

$$v_m = \frac{\Delta[A]}{3 \cdot \Delta t} = \frac{0,3 \text{ mol/L}}{3 \cdot 6 \text{ min}} = \frac{0,3 \text{ mol/L}}{18 \text{ min}}$$

$$\therefore v_m \cong 0,017 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

Portanto, a velocidade média da reação nesse intervalo é de, aproximadamente, $0,017 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

- II. Como o coeficiente de D é $\frac{1}{2}$ (metade) do coeficiente de A, e o coeficiente de B é $\frac{3}{2}$ do coeficiente de A, basta levar essa informação para as velocidades.

$$v_{m(D)} = \frac{1}{2} v_{m(A)}$$

Logo, $v_{m(D)} = \frac{1}{2} 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} \therefore v_{m(D)} = 0,05 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$

Portanto, a velocidade média de formação D é $0,05 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

$$v_{m(B)} = \frac{3}{2} v_{m(A)}$$

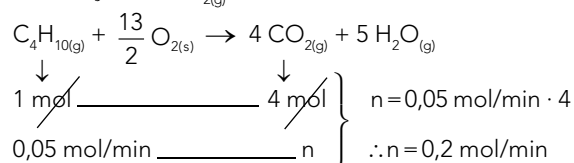
Logo, $v_{m(B)} = \frac{3}{2} 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}} = \frac{0,3}{2} \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$

$$\therefore v_{m(B)} = 0,15 \frac{\text{mol}}{\text{L} \cdot \text{min}}$$

Portanto, a velocidade média de consumo de B é $0,15 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

05

- I. Por meio da equação dada, calcula-se a velocidade média e formação do $\text{CO}_{2(g)}$ em mol/min:



II. Calcular a massa de $\text{CO}_{2(g)}$ em g/min:

CO_2 ($M = 44 \text{ g/mol}$)

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ mol de } \text{CO}_2 \text{ ————— } 44 \text{ mol} \\ 0,2 \text{ mol/min ————— } m \end{array} \right\} m = 0,2 \cdot 44 \text{ g/min} \\ \therefore m = 8,8 \text{ g/min}$$

III. Calcular a massa de $\text{CO}_{2(g)}$ em g/h:

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ min ————— } 8,8 \text{ g} \\ 60 \text{ min (1h) ————— } m \end{array} \right\} m = 60 \cdot 8,8 \text{ g/h} \\ \therefore m = 528 \text{ g/h}$$

Portanto, a massa de $\text{CO}_{2(g)}$ produzida em 1 h é 528 g.

ATIVIDADES PROPOSTAS

01 D

$$v_m = ?$$

$$\Delta t = 8 \text{ s} - 2 \text{ s} = 6 \text{ s}$$

$$\Delta n = |0,1 \text{ mol} - 1,0 \text{ mol}| = 0,9 \text{ mol}$$

$$v_m = \frac{\Delta n}{\Delta t} = \frac{0,9 \text{ mol}}{6 \text{ s}} \therefore v_m = 0,15 \text{ mol/s}$$

02 B

A velocidade média é a relação entre a variação da concentração em quantidade de matéria da substância e a variação do tempo. Assim:

$$v_m = \frac{\Delta_{\text{concentração}}}{\Delta_{\text{tempo}}}$$

$$v_m = |0,3 - 4,3| / 14 - 4$$

$$\therefore v_m = \left| \frac{4}{10} \right|$$

$$\therefore v_m = 0,40 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

03 A

■ Intervalo I (0 a 10 min):

$$\Delta[\text{H}_2\text{O}_2] = |[\text{H}_2\text{O}_2]_i - [\text{H}_2\text{O}_2]_f|$$

$$\therefore \Delta[\text{H}_2\text{O}_2] = |0,5 \text{ mol/L} - 0,8 \text{ mol/L}| = 0,3 \text{ mol/L}$$

$$\Delta t = t_f - t_i \therefore \Delta t = 10 \text{ min} - 0 \text{ min} \therefore \Delta t = 10 \text{ min}$$

$$v_m = \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}_2]}{\Delta t} \therefore v_m = \frac{0,3 \text{ mol/L}}{10 \text{ min}} \therefore v_m = 0,03 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

■ Intervalo II (10 a 20 min):

$$\Delta[\text{H}_2\text{O}_2] = |[\text{H}_2\text{O}_2]_i - [\text{H}_2\text{O}_2]_f|$$

$$\therefore \Delta[\text{H}_2\text{O}_2] = |0,3 \text{ mol/L} - 0,5 \text{ mol/L}| = 0,2 \text{ mol/L}$$

$$\Delta t = t_f - t_i \therefore \Delta t = 20 \text{ min} - 10 \text{ min} \therefore \Delta t = 10 \text{ min}$$

$$v_m = \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}_2]}{\Delta t} \therefore v_m = \frac{0,2 \text{ mol/L}}{10 \text{ min}} \therefore v_m = 0,02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

■ Intervalo III (20 a 30 min):

$$\Delta[\text{H}_2\text{O}_2] = |[\text{H}_2\text{O}_2]_i - [\text{H}_2\text{O}_2]_f|$$

$$\therefore \Delta[\text{H}_2\text{O}_2] = |0,2 \text{ mol/L} - 0,3 \text{ mol/L}| = 0,1 \text{ mol/L}$$

$$v_m = \frac{\Delta[\text{H}_2\text{O}_2]}{\Delta t} \therefore v_m = \frac{0,1 \text{ mol/L}}{10 \text{ min}} \therefore v_m = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

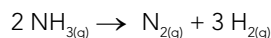
04 E

A velocidade de uma reação que ocorre em várias etapas é determinada pela etapa mais lenta, ou seja, pela que apresenta a maior energia de ativação.

05 D

I. Por meio da equação de decomposição da amônia, calcula-se a quantidade de matéria de $\text{NH}_{3(g)}$ /min.

$$\text{N}_2 (M = 28 \text{ g/mol}) \quad m = 8,4 \text{ g} \quad n = ?$$



$$\left. \begin{array}{l} 2 \text{ mol — } 28 \text{ g} \\ n \text{ — } 8,4 \text{ g} \end{array} \right\} n = \frac{2 \cdot 8,4 \text{ mol}}{28} = \frac{16,8 \text{ mol}}{28} \\ \therefore n = 0,6 \text{ mol/min}$$

II. Calcular a velocidade média dessa reação em mol de NH_3 /h.

$$0,6 \text{ mol de } \text{NH}_3 \text{ — } 1 \text{ min} \\ v \text{ — } 60 \text{ min (1 h)}$$

$$v_m = 0,6 \cdot 60 \text{ mol/h}$$

$$\therefore v_m = 36 \text{ mol/h}$$

06 B

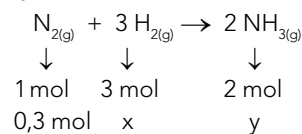
- I. (F) A temperatura não altera a energia de ativação.
- II. (V) O aumento na temperatura aumenta a energia das moléculas; assim, a probabilidade de ocorrerem colisões eficazes é maior.
- III. (F) Pelo gráfico, observa-se que há moléculas com maior energia na temperatura T2 (curva deslocada para direita).
- IV. (F) Em T2, a velocidade de reação é maior, pois mais moléculas atingem a energia mínima (E_a), necessária para que a reação ocorra.

07 D

A reação é exotérmica, pois trata-se de uma reação de combustão, ou seja, há liberação de calor. A reação começa porque a energia fornecida pelo atrito é maior que a energia de ativação da reação, ou seja, é suficiente para ativar as primeiras moléculas a dar início à reação.

08 I.

Por meio da equação, encontram-se as quantidades do $\text{H}_{2(g)}$ e do $\text{NH}_{3(g)}$ consumida e formada, respectivamente.



x = quantidade de matéria de $\text{H}_{2(g)}$ consumida

$$x = \frac{0,3 \text{ mol} \cdot 3 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \therefore x = 0,9 \text{ mol}$$

y = quantidade de matéria de $\text{NH}_{3(g)}$ formada

$$y = \frac{0,3 \text{ mol} \cdot 2 \text{ mol}}{1 \text{ mol}} \therefore y = 0,6 \text{ mol}$$

II. Calculam-se as velocidades médias em função das quantidades de matéria e do tempo.

a) Para o $\text{H}_{2(g)}$:

$$\begin{aligned} n &= 0,9 \text{ mol} \\ t &= 6 \text{ min} \\ v_m &= ? \end{aligned} \quad v_m = \frac{0,9 \text{ mol}}{6 \text{ min}} \therefore v_m = 0,15 \text{ mol/min}$$

Portanto, a velocidade média de consumo de H_2 é $0,15 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

b) Para o $\text{N}_{2(g)}$:

$$\begin{aligned} n &= 0,3 \text{ mol} \\ t &= 6 \text{ min} \\ v_m &= ? \end{aligned} \quad v_m = \frac{0,3 \text{ mol}}{6 \text{ min}} \therefore v_m = 0,05 \text{ mol/min}$$

Portanto, a velocidade média de consumo de N_2 é $0,05 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

c) Para o $\text{NH}_{3(g)}$:

$$\begin{aligned} n &= 0,6 \text{ mol} \\ t &= 6 \text{ min} \\ v_m &= ? \end{aligned} \quad v_m = \frac{0,6 \text{ mol}}{6 \text{ min}} \therefore v_m = 0,1 \text{ mol/min}$$

Portanto, a velocidade média de formação de NH_3 é $0,1 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

d) Velocidade média da reação:

$$\begin{aligned} v_m &= \frac{v_m(\text{N}_2)}{1} = \frac{v_m(\text{H}_2)}{3} = \frac{v_m(\text{NH}_3)}{2} \\ \therefore v_m &= \frac{0,05 \text{ mol/min}}{1} = \frac{0,15 \text{ mol/min}}{3} = \frac{0,1 \text{ mol/min}}{2} \\ \therefore v_{m(\text{reação})} &= 0,05 \text{ mol/min} \end{aligned}$$

Logo, a velocidade média da reação é $0,05 \text{ mol}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.

09 a) Amostra I:

Massa de magnésio dissolvida (m) = 2 g.

Tempo para dissolver (t) = 10 min.

$v_m = ?$

$$v_m = \frac{2 \text{ g}}{10 \text{ min}} \therefore v_m = 0,2 \text{ g/min}$$

Amostra II:

$$\begin{cases} m = 0,4 \text{ g} \\ t = 2 \text{ min} \end{cases} \quad v_m = \frac{0,4 \text{ g}}{2 \text{ min}} \therefore v_m = 0,2 \text{ g/min}$$

Amostra III:

$$\begin{cases} m = 0,4 \text{ g} \\ t = 1 \text{ min} \end{cases} \quad v_m = \frac{0,4 \text{ g}}{1 \text{ min}} \therefore v_m = 0,4 \text{ g/min}$$

Amostra IV:

$$\begin{cases} m = 0,5 \text{ g} \\ t = 1 \text{ min} \end{cases} \quad v_m = \frac{0,5 \text{ g}}{1 \text{ min}} \therefore v_m = 0,5 \text{ g/min}$$

Portanto, a maior velocidade média é a da amostra IV.

b) Por meio da equação da reação, verifica-se que, quanto maior a massa de $\text{Mg}_{(s)}$ que reage, maior a quantidade de $\text{H}_{2(g)}$ liberada. Sendo assim, a amostra I libera maior quantidade de $\text{H}_{2(g)}$.

10 Da tabela, tem-se o seguinte:

$$\begin{aligned} t_i &= 180 \text{ s} = 3 \text{ min} \\ t_f &= 300 \text{ s} = 5 \text{ min} \end{aligned} \quad \begin{cases} \Delta t = t_f - t_i \therefore \Delta t = 5 \text{ min} - 3 \text{ min} \\ \therefore \Delta t = 2 \text{ min} \end{cases}$$

$$\Delta[\text{N}_2\text{O}_5] = |[\text{N}_2\text{O}_5]_f - [\text{N}_2\text{O}_5]_i|$$

$$\therefore \Delta[\text{N}_2\text{O}_5] = |0,180 \text{ mol/L} - 0,200 \text{ mol/L}|$$

$$\therefore \Delta[\text{N}_2\text{O}_5] = 0,02 \text{ mol/L}$$

$$v_m = ?$$

$$v_m = \frac{\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} = \frac{0,02 \text{ mol/L}}{2 \text{ min}} \therefore v_m = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

Portanto, a velocidade média da reação nesse intervalo é $v_m = 0,01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.