

# Neutralização

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química



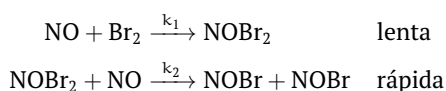
[FALAR DE ÁCIDOS QUE SE DECOMPÕE EM GASES: H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>]

## Nível I

### PROBLEMA 0.1

3F01

O seguinte mecanismo foi proposto para a reação entre o óxido nítrico e o bromo:



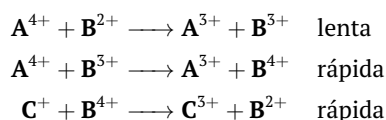
**Assinale** a alternativa com a lei de velocidade para essa reação.

- |  |  |
|--|--|
| <b>A</b> $v = k[\text{NO}]$                | <b>B</b> $v = k[\text{Br}_2]$            |
| <b>C</b> $v = k[\text{NO}]^2$              | <b>D</b> $v = k[\text{NO}][\text{Br}_2]$ |
| <b>E</b> $v = k[\text{NO}][\text{NOBr}_2]$ |  |

### PROBLEMA 0.2

3F02

O seguinte mecanismo foi proposto.



**Assinale** a alternativa *incorreta*.

- A** A reação global é  $\text{C}^+ + 2\text{A}^{4+} \longrightarrow \text{C}^{3+} + 2\text{A}^{3+}$ .
- B** O cátion  $\text{B}^{2+}$  é catalisador da reação.
- C** Os cátions  $\text{B}^{3+}$  e  $\text{B}^{4+}$  são intermediários da reação.
- D** A lei de velocidade é  $v = k[\text{C}^+][\text{A}^{4+}]$ .
- E** A reação possui cinética de segunda ordem.

### PROBLEMA 0.3

3F03

Considere as proposições.

1. No equilíbrio, as constantes de velocidade das reações direta e inversa são iguais.
2. A constante de equilíbrio de uma reação é igual à constante de velocidade da reação direta dividida pela constante de velocidade da reação inversa.
3. Em uma reação que é uma série de etapas de equilíbrio, a constante de equilíbrio total é igual ao produto de todas as constantes de velocidade das reações diretas dividido pelo produto de todas as constantes de velocidade das reações inversas.
4. O aumento da concentração de um produto aumenta a velocidade da reação inversa e, por isso, a velocidade da reação direta também tem de aumentar.

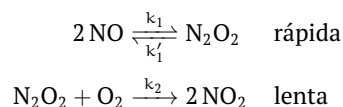
**Assinale** a alternativa que relaciona as proposições *corretas*.

- |                   |                   |
|-------------------|-------------------|
| <b>A</b> 2        | <b>B</b> 3        |
| <b>C</b> 2 e 3    | <b>D</b> 1, 2 e 3 |
| <b>E</b> 2, 3 e 4 |                   |

### PROBLEMA 0.4

3F05

O seguinte mecanismo foi proposto para a reação entre o óxido nítrico e o oxigênio:



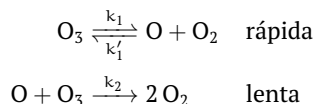
**Assinale** a alternativa com a lei de velocidade para essa reação.

- |  |  |
|--|--|
| <b>A</b> $v = k_1[\text{NO}]$                                | <b>B</b> $v = \frac{k_1}{k_2}[\text{O}_2]$                 |
| <b>C</b> $v = k_1[\text{NO}]^2$                              | <b>D</b> $v = \frac{k_1 k_2}{k'_1}[\text{O}_2][\text{NO}]$ |
| <b>E</b> $v = \frac{k_1 k_2}{k'_1}[\text{O}_2][\text{NO}]^2$ |  |

**PROBLEMA 0.5**

3F06

O seguinte mecanismo foi proposto para a reação de decomposição do ozônio:



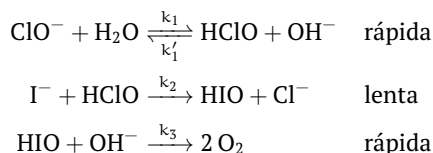
**Assinale** a alternativa com a lei de velocidade para essa reação.

- A**  $v = k_1[\text{O}_3]$       **B**  $v = \frac{k_1}{k_2}[\text{O}_2]$   
**C**  $v = k_1[\text{O}_3]^2$       **D**  $v = \frac{k_1 k_2}{k'_1} \frac{[\text{O}_3]}{[\text{O}_2]}$   
**E**  $v = \frac{k_1 k_2}{k'_1} \frac{[\text{O}_3]^2}{[\text{O}_2]}$

**PROBLEMA 0.6**

3F07

O seguinte mecanismo foi proposto para a reação de decomposição do ozônio:



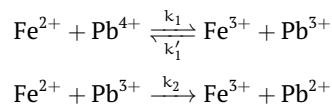
**Assinale** a alternativa com a lei de velocidade de formação do HIO.

- A**  $v = k_1[\text{ClO}^-][\text{H}_2\text{O}]$   
**B**  $v = \frac{k_1}{k_2}[\text{ClO}^-][\text{I}^-]$   
**C**  $v = \frac{k_1 k_2}{k'_1}[\text{ClO}^-][\text{I}^-]$   
**D**  $v = \frac{k_1 k_2}{k'_1} \frac{[\text{I}^-][\text{ClO}^-]}{[\text{OH}^-]}$   
**E**  $v = \frac{k_1 k_2}{k'_1} \frac{[\text{I}^-][\text{ClO}^-][\text{H}_2\text{O}]}{[\text{OH}^-]}$

**PROBLEMA 0.7**

3F08

O seguinte mecanismo foi proposto para a reação de decomposição do ozônio:



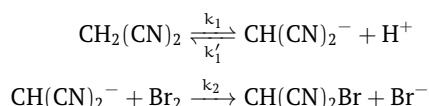
**Assinale** a alternativa com a lei de velocidade de formação do  $\text{Fe}^{3+}$ .

- A**  $v = 2k_1[\text{Fe}^{2+}]^2[\text{Pb}^{4+}]$   
**B**  $v = \frac{2k_1 k_2}{k'_1} \frac{[\text{Fe}^{2+}]^2[\text{Pb}^{4+}]}{[\text{Fe}^{3+}]}$   
**C**  $v = \frac{2k_1 k_2 [\text{Fe}^{2+}]^2 [\text{Pb}^{4+}]}{k'_1 [\text{Fe}^{3+}] + k_2 [\text{Fe}^{2+}]}$   
**D**  $v = \frac{2k_1 k_2 [\text{Fe}^{2+}] [\text{Pb}^{4+}]^2}{k'_1 [\text{Fe}^{3+}] + k_2 [\text{Fe}^{2+}]}$   
**E**  $v = \frac{2k_1 k_2 [\text{Fe}^{2+}]^2 [\text{Pb}^{4+}]}{k_2 [\text{Fe}^{3+}] + k'_1 [\text{Fe}^{2+}]}$

**PROBLEMA 0.8**

3F09

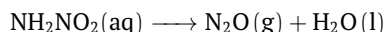
O seguinte mecanismo foi proposto para a reação de dicianometano com bromo molecular:



**Assinale** a alternativa com a lei de velocidade da reação.

- A**  $v = k_1[\text{CH}_2(\text{CN})_2]$   
**B**  $v = \frac{k_1 k_2}{k'_1} \frac{[\text{CH}_2(\text{CN})_2][\text{Br}_2]}{[\text{H}^+]}$   
**C**  $v = \frac{k_1 k_2 [\text{CH}_2(\text{CN})_2][\text{Br}_2]}{k_2 [\text{Br}_2] + k'_1 [\text{H}^+]}$   
**D**  $v = \frac{k_1 k_2 [\text{CH}_2(\text{CN})_2]^2 [\text{Br}_2]}{k_2 [\text{Br}_2] + k'_1 [\text{H}^+]}$   
**E**  $v = \frac{k_1 k_2 [\text{CH}_2(\text{CN})_2][\text{Br}_2]}{k'_1 [\text{Br}_2] + k_2 [\text{H}^+]}$

Considere a reação de decomposição da nitramida em solução aquosa:

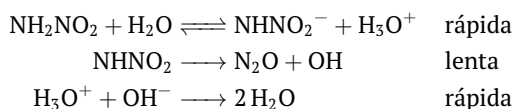


Essa reação possui lei de velocidade:

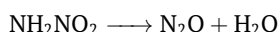
$$v = k \frac{[\text{NH}_2\text{NO}_2]}{[\text{H}_3\text{O}^+]}$$

Três mecanismos foram propostos para a reação de decomposição da nitramida em solução aquosa.

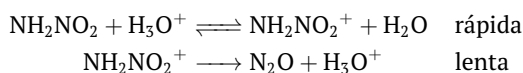
Mecanismo 1



Mecanismo 2



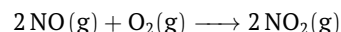
Mecanismo 3



**Assinale** a alternativa que relaciona os mecanismos compatíveis com a lei de velocidade experimental.

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| <b>A</b> 1, apenas.     | <b>B</b> 2, apenas.     |
| <b>C</b> 3, apenas.     | <b>D</b> 1 e 2, apenas. |
| <b>E</b> 1 e 3, apenas. |                         |

Considere a reação de oxidação do óxido nítrico:

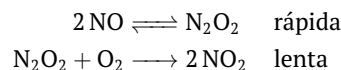


Essa reação possui lei de velocidade:

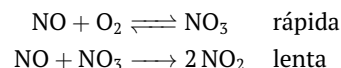
$$v = k[\text{NO}]^2[\text{O}_2]$$

Três mecanismos foram propostos para a reação de decomposição da nitramida em solução aquosa.

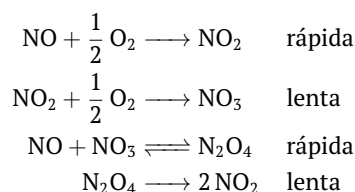
Mecanismo 1



Mecanismo 2



Mecanismo 3



**Assinale** a alternativa que relaciona os mecanismos compatíveis com a lei de velocidade experimental.

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| <b>A</b> 1, apenas.     | <b>B</b> 2, apenas.     |
| <b>C</b> 3, apenas.     | <b>D</b> 1 e 2, apenas. |
| <b>E</b> 1 e 3, apenas. |                         |

Computadores químicos são sistemas desenvolvidos para resolver diversos problemas de ciência e engenharia, por reações químicas. Um exemplo de aplicação desses computadores é o desenvolvimento de circuitos de controle molecular e procedimentos terapêuticos inteligentes utilizando um conjunto de velocidades de reações químicas como linguagem de programação para controlar a síntese de DNA.

**Assinale** a alternativa com o conceito que melhor descreve o princípio de funcionamento do computador químico exemplificado.

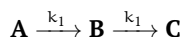
- A** Primeira lei da termodinâmica
- B** Mecanismos reacionais
- C** Entalpia de formação
- D** Princípio de Le Chatelier
- E** Energia de ativação

## Nível II

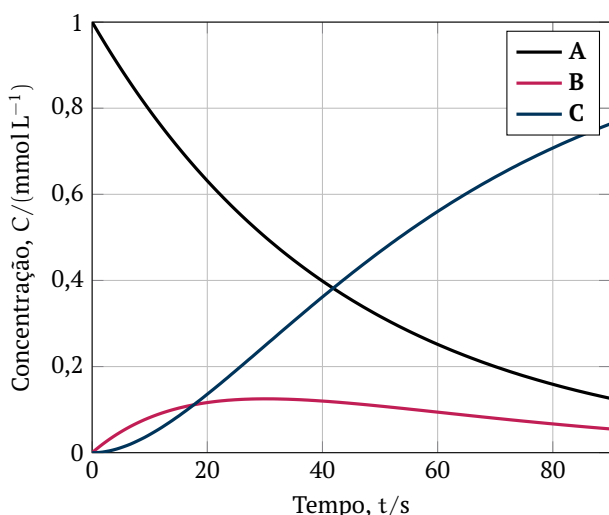
### PROBLEMA 0.12

3F15

Uma amostra contendo inicialmente apenas a espécie **A** sofre uma seqüência de reações,



A reação é realizada sob temperatura constante em um reator de volume fixo.



Assinale a alternativa *incorreta*.

- A** O tempo de meia-vida para o consumo de **A** é 30 min.
- B** A constante de velocidade para a transformação de **A** em **B** é  $0,023 \text{ min}^{-1}$ .
- C** A velocidade de formação de **C** é a mesma que a de decomposição de **B**.
- D** A constante  $k_1$  é menor que a constante  $k_2$ .
- E** O valor máximo para a fração molar de **B** é atingido quando sua velocidade de formação é igual à velocidade de formação de **C**.

### PROBLEMA 0.13

3F17

Considere a reação de oxidação do óxido nítrico:

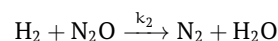
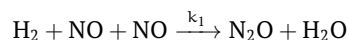


Os resultados a seguir foram obtidos no estudo da cinética dessa reação:

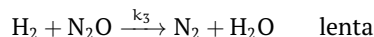
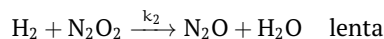
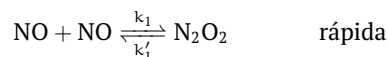
() #	$P_{\text{H}_2} / \text{Torr}$	$P_{\text{NO}} / \text{Torr}$	$v_{\text{N}_2} / (\text{Torr s}^{-1})$
1	289	400	1,60
2	147	400	0,77
3	400	300	1,03
4	400	152	0,25

Dois mecanismos foram propostos para a reação de decomposição da nitramida em solução aquosa.

Mecanismo 1



Mecanismo 2

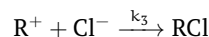
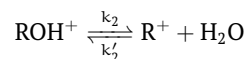
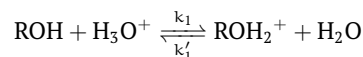


- a. **Determine** a lei de velocidade experimental para a reação.
- b. **Determine** qual dos mecanismos é mais plausível.

### PROBLEMA 0.14

3F19

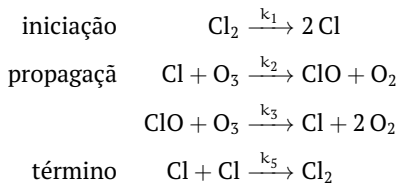
O seguinte mecanismo foi proposto para a reação de substituição entre 2-metilpropan-2-ol, ROH e cloreto formando 2-cloro-2-metilpropano RCl.



**Determine** a lei de velocidade para essa reação.

**PROBLEMA 0.15**
**3F20**

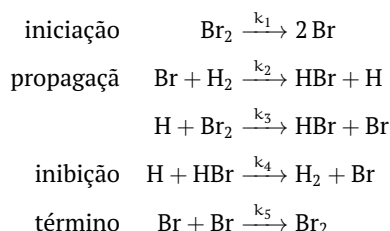
O seguinte mecanismo foi proposto para a reação entre gás cloro e ozônio.



**Determine** a lei de velocidade para essa reação.

**PROBLEMA 0.16**
**3F21**

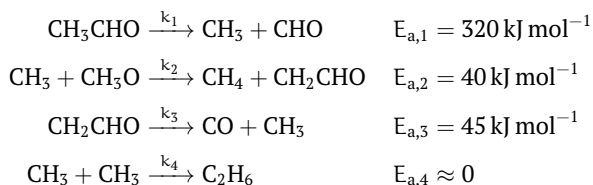
O seguinte mecanismo foi proposto para a reação entre gás hidrogênio e bromo.



**Determine** a lei de velocidade para essa reação.

**PROBLEMA 0.17**
**3F22**

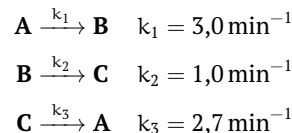
O mecanismo de Rice-Herzfeld para a decomposição térmica do acetaldeído é:



- Determine** a lei de velocidade para essa reação.
- Determine** a energia de ativação efetiva dessa reação.

**PROBLEMA 0.18**
**3F26**

Em fase gasosa uma reação ocorre conforme o seguinte mecanismo a 300 K:



A energia de ativação para a formação de **C** é  $10 \text{ kJ mol}^{-1}$  maior que a energia de ativação para a formação de **B** e que a energia de ativação para a formação de **A** é  $10 \text{ kJ mol}^{-1}$  menor que a energia de ativação para a formação de **B**. Em um experimento, as pressões de **A**, **B** e **C** são 50 kPa, 80 kPa e 8 kPa, respectivamente. Após o equilíbrio ser atingido o sistema é aquecido até 400 K.

- Determine** a composição do equilíbrio a 300 K.
- Determine** a composição do equilíbrio a 400 K.

**PROBLEMA 0.19**
**3F27**

A reação de isomerização do cis-but-2-eno formando trans-but-2-eno, mais estável por  $4 \text{ kJ mol}^{-1}$ , ocorre em fase gasosa em uma única etapa com energia de ativação de  $264 \text{ kJ mol}^{-1}$ . O mecanismo proposto para a reação catalisada é baseado em cinco etapas:

- Dissociação do iodo molecular.
- Um dos átomos de iodo é adicionado a um dos átomos de carbono com ligação dupla. O sistema molecular formado encontra-se a  $118 \text{ kJ mol}^{-1}$  acima dos reagentes.
- Uma das extremidades da molécula sofre torção livre em relação à outra extremidade. A energia do sistema molecular após a torção continua a  $118 \text{ kJ mol}^{-1}$  acima dos reagentes.
- O átomo de iodo ligado ao carbono dissocia-se do sistema molecular intermediário e a ligação dupla é formada novamente no isômero trans. Esse processo libera  $47 \text{ kJ mol}^{-1}$  de energia.
- Formação do iodo molecular, liberando  $75 \text{ kJ mol}^{-1}$  de energia.

Baseado nessas informações:

- Apresente** as reações químicas que ocorrem em cada etapa da reação catalisada para formar a reação global.
- Esboce** os perfis de energia para a reação de isomerização com e sem a presença de catalisador.
- Apresente** a lei de velocidade para a reação catalisada.

**Gabarito**
**Nível I**

- |              |             |             |             |              |
|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1. <b>D</b>  | 2. <b>D</b> | 3. <b>C</b> | 4. <b>E</b> | 5. <b>E</b>  |
| 6. <b>E</b>  | 7. <b>C</b> | 8. <b>C</b> | 9. <b>A</b> | 10. <b>D</b> |
| 11. <b>B</b> |             |             |             |              |

## Nível II

1. **D**

2. a.  $v = k[\text{H}_2]^2[\text{NO}]$

b. Percebe-se com base na molecularidade das etapas elementares que o mecanismo 2 é mais plausível, visto que todas as etapas desse mecanismo são bimoleculares. A primeira etapa do mecanismo 1 supõe uma colisão termolecular, tornando essa proposta menos provável.

3. 
$$v = \frac{k_a[\text{ROH}][\text{H}_3\text{O}^+][\text{I}^-]}{k_b[\text{ROH}] + k_c[\text{I}^-]}$$

4. 
$$v = 2k_2[\text{O}_3]\sqrt{\frac{k_1[\text{Cl}_2]}{k_4}}$$

5. 
$$v = \frac{k_a[\text{H}_2][\text{Br}_2]^{3/2}}{[\text{Br}_2] + k_b[\text{HBr}]}$$

6. a. 
$$v = k_2\sqrt{\frac{k_1}{k_4}}[\text{CH}_3\text{CHO}]^{3/2}$$

b.  $200 \text{ kJ mol}^{-1}$

7. a.  $P_A = 27 \text{ kPa}$ ,  $P_B = 81 \text{ kPa}$ ,  $P_C = 30 \text{ kPa}$

b.  $P_A = 36 \text{ kPa}$ ,  $P_B = 40 \text{ kPa}$ ,  $P_C = 108 \text{ kPa}$

8. -