

# Leis de Velocidade

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química

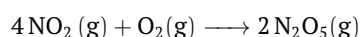


## Nível I

### PROBLEMA 1.1

3D01

Considere a reação química:



Em um experimento, são formados 6 mol de  $\text{N}_2\text{O}_5$  em um minuto.

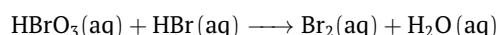
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade média de consumo de dióxido de nitrogênio.

- A**  $100 \text{ mmol s}^{-1}$       **B**  $200 \text{ mmol s}^{-1}$   
**C**  $300 \text{ mmol s}^{-1}$       **D**  $400 \text{ mmol s}^{-1}$   
**E**  $500 \text{ mmol s}^{-1}$

### PROBLEMA 1.2

3D02

Considere a reação química:



Em um experimento, são consumidos 20 mmol de HBr em um segundo.

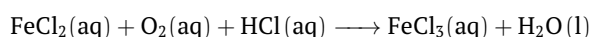
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade média de formação de bromo.

- A**  $12 \text{ mmol s}^{-1}$       **B**  $14 \text{ mmol s}^{-1}$   
**C**  $16 \text{ mmol s}^{-1}$       **D**  $18 \text{ mmol s}^{-1}$   
**E**  $20 \text{ mmol s}^{-1}$

### PROBLEMA 1.3

3D06

Considere a reação química:



Quando a concentração de ferro (II) é duplicada, a velocidade da aumenta 8 vezes. Quando as concentrações de ferro (II) e oxigênio são duplicadas, a velocidade aumenta 16 vezes. Quando a concentração de todos os reagentes é duplicada, a velocidade aumenta 32 vezes.

**Assinale** a alternativa com a ordem da reação em relação ao ácido clorídrico.

- A** 0      **B** 1      **C** 2      **D** 3      **E** 4

### PROBLEMA 1.4

3D05

Considere a reação química:



Quando a concentração de hidróxido é duplicada, a velocidade da reação dobra. Quando a concentração de bromometano é triplicada, a velocidade da reação triplica.

**Assinale** a alternativa com a ordem global da reação.

- A** 0      **B** 1      **C** 2      **D** 3      **E** 4

### PROBLEMA 1.5

3D03

A reação de Sabatier-Sanderens consiste na hidrogenação catalítica de alcenos ou de alcinos com níquel, para a obtenção de alcanos. Considere os resultados obtidos na reação de hidrogenação do acetileno:

t/min	0	4	6	10
$[\text{C}_2\text{H}_2]/\text{M}$	50	38	35	30

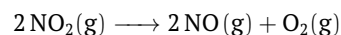
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade média de consumo do hidrogênio no período de 4 min a 6 min.

- A**  $1 \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$       **B**  $1,50 \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$   
**C**  $2 \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$       **D**  $2,50 \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$   
**E**  $3 \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$

### PROBLEMA 1.6

3D08

Considere a reação de decomposição do  $\text{NO}_2$ :



Essa reação possui constante cinética  $k = 0,500 \text{ atm}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Em um experimento 4,60 g de  $\text{NO}_2$  são adicionados em um recipiente de 224 mL a  $0^\circ\text{C}$ .

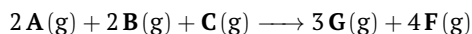
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial de formação de NO.

- A**  $5 \text{ atm s}^{-1}$       **B**  $10 \text{ atm s}^{-1}$   
**C**  $50 \text{ atm s}^{-1}$       **D**  $100 \text{ atm s}^{-1}$   
**E**  $500 \text{ atm s}^{-1}$

**PROBLEMA 1.7**

3D09

Considere a reação química:



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

#	[A] /mM	[B] /mM	[C] /mM	$v_{\text{G}} /(\text{mM s}^{-1})$
1	10	100	700	2
2	20	100	300	4
3	20	200	200	16
4	10	100	400	2
5	50	300	500	

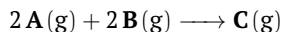
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial de consumo de **A** no experimento 5.

- A** 50 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **B** 60 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**C** 70 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **D** 80 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**E** 90 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>

**PROBLEMA 1.8**

3D10

Considere a reação química:



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

#	[A] /mM	[B] /mM	$v /(\text{mM s}^{-1})$
1	0,600	0,300	12,6
2	0,200	0,300	1,40
3	0,600	0,100	4,20
4	0,170	0,250	

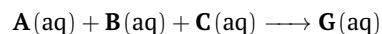
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial do experimento 4.

- A** 0,590 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **B** 0,630 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**C** 0,740 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **D** 0,870 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**E** 0,960 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>

**PROBLEMA 1.9**

3D11

Considere a reação química:



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

#	[A] /mM	[B] /mM	[C] /mM	$v_{\text{G}} /(\text{mM s}^{-1})$
1	1,25	1,25	1,25	8,70
2	2,50	1,25	1,25	17,4
3	1,25	3	1,25	50,8
4	1,25	3	3,75	457
5	3	1	1,15	

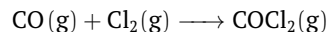
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial de formação de **G** no experimento 5.

- A** 10,5 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **B** 11,5 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**C** 12,5 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **D** 13,5 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**E** 14,5 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>

**PROBLEMA 1.10**

3D12

Considere a reação de síntese do gás fosgênio.



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

#	[CO] /mM	[Cl <sub>2</sub> ] /mM	$r_{\text{COCl}_2} /(\text{mM s}^{-1})$
1	0,120	0,200	0,121
2	0,240	0,200	0,241
3	0,240	0,400	0,682
4	0,170	0,340	

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial de formação de COCl<sub>2</sub> no experimento 4.

- A** 0,170 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **B** 0,370 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**C** 0,570 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **D** 0,770 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**E** 0,970 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>

**PROBLEMA 1.11**
**3D13**

A substância **A** sofre decomposição com cinética de ordem zero. **Assinale** a alternativa *correta*.

- A** A velocidade inicial de consumo de **A** é maior que sua média.
- B** A velocidade inicial de consumo de **A** é função da concentração de **A**.
- C** A velocidade inicial de consumo de **A** permanece constante durante a reação.
- D** O logaritmo da concentração de **A** diminui linearmente com o tempo.
- E** A concentração de **A** diminui exponencialmente.

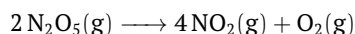
**PROBLEMA 1.12**
**3D14**

Uma substância gasosa se decompõe por um processo com cinética de ordem zero com constante  $k = 1 \times 10^{-3} \text{ atm s}^{-1}$ . Em um experimento, a pressão inicial dessa substância é 0,600 atm. **Assinale** a alternativa que mais se aproxima do tempo necessário para que um terço da substância se decomponha.

- A** 100 s
- B** 200 s
- C** 400 s
- D** 600 s
- E** 700 s

**PROBLEMA 1.13**
**3D15**

Considere a reação de decomposição do  $\text{N}_2\text{O}_5$ :



Com cinética de primeira ordem e constante  $k = 5,20 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ . Em um experimento a concentração inicial de  $\text{N}_2\text{O}_5$  é  $40 \text{ mmol L}^{-1}$ . **Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração de  $\text{N}_2\text{O}_5$  após 600 s do início do experimento.

- A** 1,40 mmol L
- B** 1,80 mmol L
- C** 2,20 mmol L
- D** 2,60 mmol L
- E** 3,80 mmol L

**PROBLEMA 1.14**
**3D16**

Um fármaco é metabolizado pelo corpo humano por um processo com cinética de primeira ordem com constante  $k = 7,60 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ . Uma dose contendo 20 mg desse fármaco é administrada em um paciente.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da massa de fármaco restante após 5 h da administração.

- A** 2 mg
- B** 6 mg
- C** 10 mg
- D** 14 mg
- E** 18 mg

**PROBLEMA 1.15**
**3D17**

Considere a reação de decomposição do etano a  $700^\circ\text{C}$ :



Com cinética de primeira ordem e constante  $k = 2 \text{ h}^{-1}$ . Em um experimento a pressão inicial de etano é 20 atm.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do tempo necessário para que a pressão de metano caia para 2 atm

- A** 110 min
- B** 140 min
- C** 170 min
- D** 200 min
- E** 230 min

**PROBLEMA 1.16**
**3D18**

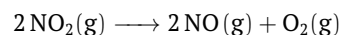
O mercúrio é metabolizado pelo corpo humano por um processo com cinética de primeira ordem de meia-vida de 70 dias.

**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do tempo necessário para que a concentração do mercúrio nos tecidos de um paciente decaia para 12,5% de seu valor inicial.

- A** 70 dias
- B** 140 dias
- C** 210 dias
- D** 280 dias
- E** 350 dias

**PROBLEMA 1.17**
**3D19**

Considere a reação de decomposição do  $\text{NO}_2$ :



Com cinética de segunda ordem e constante  $k = 0,540 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Em um experimento a concentração inicial de  $\text{NOBr}$  é  $0,300 \text{ mol L}^{-1}$ .

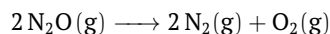
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima do tempo necessário para que a concentração de  $\text{NOBr}$  caia para  $0,100 \text{ mol L}^{-1}$

- A** 10 mmol L
- B** 12 mmol L
- C** 14 mmol L
- D** 16 mmol L
- E** 18 mmol L

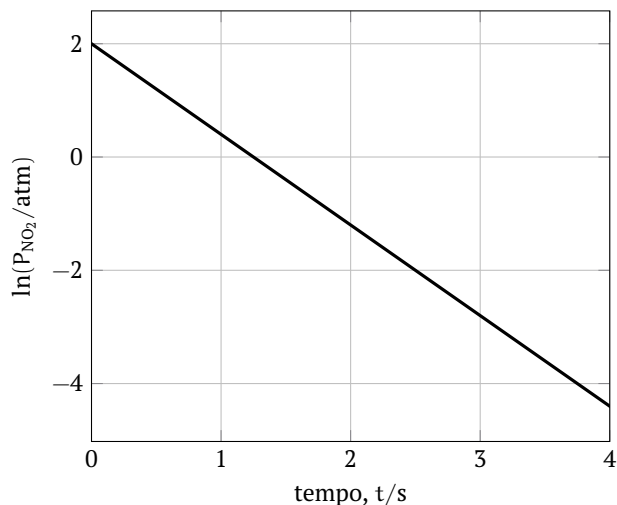
**PROBLEMA 1.18**

3D21

Considere a reação de decomposição do  $\text{N}_2\text{O}$  a 1000 K:



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



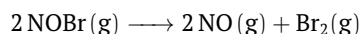
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial de formação de oxigênio em um experimento em que a pressão parcial de  $\text{N}_2\text{O}$  é 30 atm.

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>A</b> 12 atm s <sup>-1</sup>  | <b>B</b> 24 atm s <sup>-1</sup>  |
| <b>C</b> 72 atm s <sup>-1</sup>  | <b>D</b> 360 atm s <sup>-1</sup> |
| <b>E</b> 720 atm s <sup>-1</sup> |                                  |

**PROBLEMA 1.19**

3D20

Considere a reação de decomposição do NOBr:



Com cinética de segunda ordem e constante  $k = 0,800 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Em um experimento a concentração inicial de NOBr é  $860 \text{ mol L}^{-1}$ .

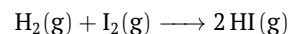
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração de NOBr após 22 s.

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| <b>A</b> 26 mmol L | <b>B</b> 35 mmol L |
| <b>C</b> 44 mmol L | <b>D</b> 53 mmol L |
| <b>E</b> 62 mmol L |                    |

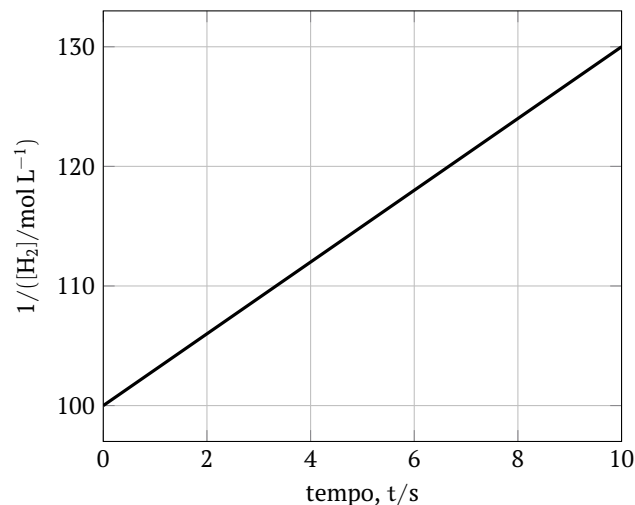
**PROBLEMA 1.20**

3D22

Considere a reação de decomposição do HI a 800 K:



Considere os resultados obtidos no estudo da cinética dessa reação com mesma concentração inicial de  $\text{H}_2$  e  $\text{I}_2$ :



**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial de formação de HI em um experimento em que a concentração de  $\text{H}_2$  e  $\text{I}_2$  é  $2 \text{ mol L}^{-1}$ .

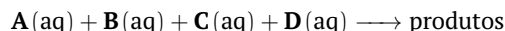
- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>A</b> 6 atm s <sup>-1</sup>  | <b>B</b> 12 atm s <sup>-1</sup> |
| <b>C</b> 24 atm s <sup>-1</sup> | <b>D</b> 48 atm s <sup>-1</sup> |
| <b>E</b> 72 atm s <sup>-1</sup> |                                 |

## Nível II

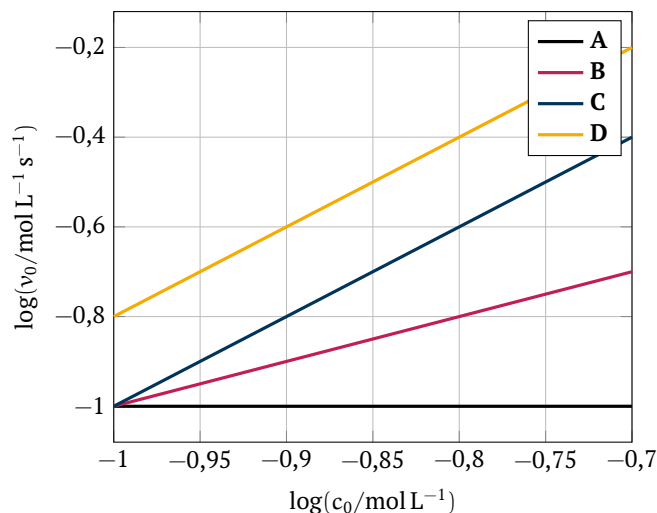
### PROBLEMA 2.1

3D23

Considere quatro séries de experimentos em que quatro espécies químicas reagem entre si, à pressão e temperatura constantes:



Em cada série, fixam-se as concentrações de três espécies e varia-se a concentração,  $c_0$ , da quarta. Para cada série, determina-se a velocidade inicial da reação,  $v_0$ , em cada experimento. Os resultados de cada série são apresentados a seguir.



Assinale a alternativa com a ordem global da reação.

- A** 3    **B** 4    **C** 5    **D** 6    **E** 7

### PROBLEMA 2.2

3D25

Considere os resultados obtidos no estudo cinético da decomposição da substância A.

t/s	100	200	300	400	500
[A]/M	0,630	0,430	0,300	0,210	0,140
1/([A]/M)	-0,460	-0,840	-1,20	-1,56	-1,97
ln([A]/M)	1,59	2,33	3,33	4,76	7,14

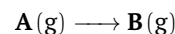
Assinale alternativa que mais se aproxima da constante cinética dessa reação.

- A**  $4 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$     **B**  $4 \times 10^{-3} \text{ mol L}^{-1} \text{ s}^{-1}$   
**C**  $4 \times 10^{-3} \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$     **D**  $4 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$   
**E**  $4 \times 10^{-2} \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

### PROBLEMA 2.3

3D24

Considere a reação química:



Considere as proposições:

1. Se  $[\text{A}]$  variar linearmente com o tempo, a lei de velocidade da reação dependerá somente da constante de velocidade.
2. Se  $1/[\text{A}]$  variar linearmente com o tempo, a reação será de segunda ordem.
3. Se a velocidade da reação variar linearmente com  $[\text{A}]$ , a reação será de primeira ordem.
4. Se a velocidade da reação variar linearmente com  $[\text{A}]^2$ , a reação será de primeira ordem.

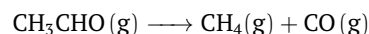
Assinale a alternativa que relaciona as proposições *corretas*.

- A** 1, 2 e 3    **B** 1, 2 e 4  
**C** 1, 3 e 4    **D** 2, 3 e 4  
**E** 1, 2, 3 e 4

### PROBLEMA 2.4

3D26

Considere a reação de decomposição do etanal:



Em um experimento, metade do etanal em um cilindro de 90 atm sofre decomposição em 20 min. A lei de velocidade para essa reação é:

$$v_{\text{CH}_3\text{CHO}} = -k[\text{CH}_3\text{CHO}]^{3/2}$$

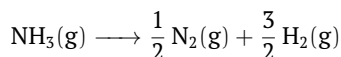
Assinale a alternativa que mais se aproxima do tempo necessário para que metade do etanal em um cilindro de 10 atm.

- A** 1 h    **B** 2 h    **C** 3 h  
**D** 4 h    **E** 5 h

**PROBLEMA 2.5**

3D27

Considere a reação de decomposição do amônia:



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

$P_{\text{NH}_3}/\text{atm}$	264	130	59	16
$t_{1/2}/\text{min}$	456	228	102	60

Assinale a alternativa com a ordem dessa reação.

- ☐ A 1 h                      ☐ B 2 h                      ☐ C 3 h  
☐ D 4 h                      ☐ E 5 h

**PROBLEMA 2.6**

3D28

Considere os resultados obtidos no estudo cinético da decomposição de três substâncias, A, B e C

t/s	200	210	202	230	240
[A]/M	0,800	0,790	0,780	0,770	0,760
[B]/M	0,833	0,826	0,820	0,813	0,806
[C]/M	0,819	0,811	0,802	0,795	0,787

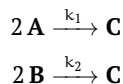
Assinale a com a ordem da cinética de decomposição de A, B e C, respectivamente.

- ☐ A 1, 2 e 0.                      ☐ B 0, 1 e 2.                      ☐ C 0, 2 e 1.  
☐ D 2, 0 e 1.                      ☐ E 2, 1 e 0.

**PROBLEMA 2.7**

3D30

Dois isômeros A e B se decompõem com cinética de segunda ordem formando o composto C:



Em um experimento, uma solução é preparada com  $10 \text{ mmol L}^{-1}$  de A e  $25 \text{ mmol L}^{-1}$  de B. Após três minutos, a concentração de C é  $3,70 \text{ mmol L}^{-1}$ .

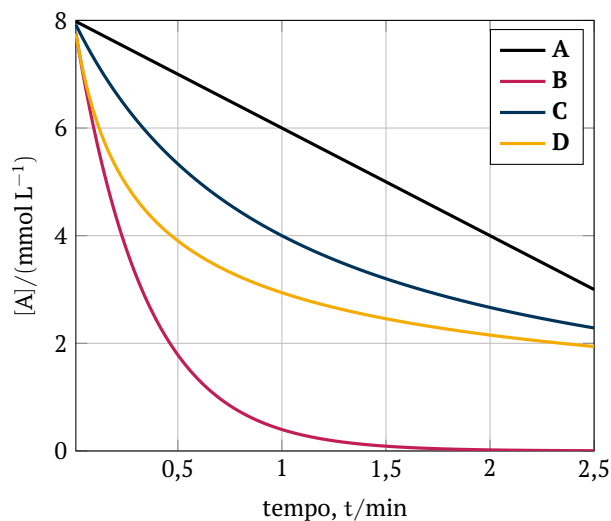
Assinale a alternativa que mais se aproxima do valor da constante cinética  $k_2$ .

- ☐ A  $0,110 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$                       ☐ B  $0,220 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$   
☐ C  $2,20 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$                       ☐ D  $0,440 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$   
☐ E  $4,40 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$

**PROBLEMA 2.8**

3D29

Considere os resultados obtidos no estudo cinético da decomposição de quatro substâncias, A, B, C e D.



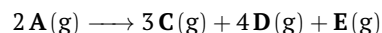
Assinale a alternativa com a substância que sofre decaimento com cinética de primeira ordem.

- ☐ A Nenhuma                      ☐ B A  
☐ C B                                  ☐ D C  
☐ E D

**PROBLEMA 2.9**

3D31

Considere a reação química:



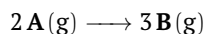
A lei de velocidade para essa reação é:

$$v_A = -(0,250 \text{ h}^{-1}) P_A$$

Um reator químico, projetado com uma válvula de alívio de pressão que é acionada a  $8,50 \text{ atm}$ , contém uma mistura gasosa composta por quantidades iguais do reagente A e de uma substância inerte B, a  $10^\circ \text{C}$  e  $1 \text{ atm}$ .

- Determine o tempo até que a válvula de alívio seja acionada.
- Determine a composição do reator no momento de acionamento da válvula.
- Determine a quantidade máxima de mistura gasosa que pode ser adicionada ao reator sem que a válvula de alívio seja acionada.

Considere a reação química:



Um reator contém 20 atm de uma mistura gasosa contendo 75% da substância **A** e 25% do inerte **I** em volume. Os resultados a seguir foram obtidos no estudo da cinética dessa reação:

t/s	0,890	2,08	3,75	6,25	10,4
P/atm	21	22	23	24	25
v/atm min <sup>-1</sup>	1,96	1,44	1	0,640	0,360

- Determine a ordem da reação.
- Determine a constante cinética da reação.
- Determine a composição do reator em 10,4 min.

## Gabarito

### Nível I

- |              |              |              |              |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1. <b>B</b>  | 2. <b>A</b>  | 3. <b>B</b>  | 4. <b>C</b>  | 5. <b>E</b>  |
| 6. <b>E</b>  | 7. <b>B</b>  | 8. <b>D</b>  | 9. <b>B</b>  | 10. <b>D</b> |
| 11. <b>C</b> | 12. <b>A</b> | 13. <b>B</b> | 14. <b>A</b> | 15. <b>B</b> |
| 16. <b>C</b> | 17. <b>B</b> | 18. <b>C</b> | 19. <b>D</b> | 20. <b>C</b> |

### Nível II

- C**
- A**
- E**
- A**
- A**
- C**
- C**
- E**
- 6 h
  - $P_A = 0,500 \text{ atm}$ ,  $P_B = 2 \text{ atm}$ ,  $P_C = 2,25 \text{ atm}$ ,  $P_D = 0,750 \text{ atm}$ ,  $P_E = 0,750 \text{ atm}$
  - 1,70 atm
- Segunda ordem
  - $0,0100 \text{ min atm}^{-1}$
  - $P_A = 6 \text{ atm}$ ,  $P_B = 14 \text{ atm}$ ,  $P_C = 4 \text{ atm}$