

# Leis de Velocidade

Gabriel Braun

Colégio e Curso Pensí, Coordenação de Química

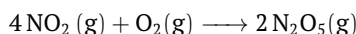


## Nível I

### 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.

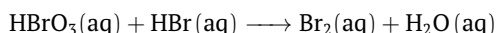
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade média de consumo de dióxido de nitrogênio.

- 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.

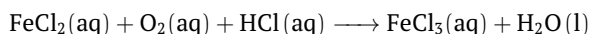
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade média de formação de bromo.

- 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:

$t/\text{min}$	0	4	6	10
$[C_2H_2]/M$	50	38	35	30
$\rho$				

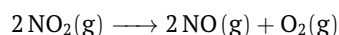
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade média de consumo do hidrogênio no período de 4 min a 6 min.

- A**  $1,0 \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$       **B**  $1,5 \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$   
**C**  $2,0 \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$       **D**  $2,5 \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$   
**E**  $3,0 \text{ mol L}^{-1} \text{ min}^{-1}$

### PROBLEMA 1.6

3D08

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



Essa reação possui constante cinética  $k = 0,5 \text{ atm}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Em um experimento 4,6 g de  $\text{NO}_2$  são adicionados em um recipiente de 224 mL a  $0^\circ\text{C}$ .

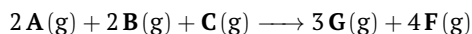
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial de formação de NO.

- 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	$v_{\text{G}} /(\text{mM s}^{-1})$
0	10	100	700	2
1				
2	20	100	300	4
3	20	200	200	16
4	10	100	400	2
5	50	300	500	

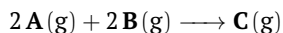
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial de consumo de A no experimento 5.

- 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	$v /(\text{mM s}^{-1})$
0			
1	0,60	0,30	12,6
2	0,20	0,30	1,4
3	0,60	0,10	4,2
4	0,17	0,25	

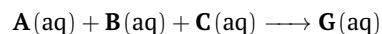
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial do experimento 4.

- A** 0,59 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **B** 0,63 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**C** 0,74 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **D** 0,87 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**E** 0,96 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	$v_{\text{G}} /(\text{mM s}^{-1})$
0	1,25	1,25	1,25	8,7
1				
2	2,50	1,25	1,25	17,4
3	1,25	3,00	1,25	50,8
4	1,25	3,00	3,75	457,0
5	3,00	1,00	1,15	

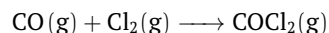
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial de formação de G no experimento 5.

- 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	$r_{\text{COCl}_2} /(\text{mM s}^{-1})$
0			
1	0,12	0,20	0,121
2	0,24	0,20	0,241
3	0,24	0,40	0,682
4	0,17	0,34	

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

- A** 0,17 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **B** 0,37 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**C** 0,57 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>      **D** 0,77 mmol L<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>  
**E** 0,97 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

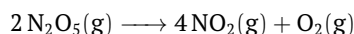
Uma substância gasosa se decompõe por um processo com cinética de ordem zero com constante  $k = 1 \times 10^{-3} \text{ atm s}^{-1}$ . Em um experimento, a pressão inicial dessa substância é 0,6 atm. Assinale a alternativa que mais se aproxima do tempo necessário para que um terço da substância se decomponha.

- 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  $k = 5,2 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ . 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 1,4 mmol L
- B 1,8 mmol L
- C 2,2 mmol L
- D 2,6 mmol L
- E 3,8 mmol L

## PROBLEMA 1.14

3D16

Um fármaco é metabolizado pelo corpo humano por um processo com cinética de primeira ordem com constante  $k = 7,6 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ . 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 50 min
- B 70 min
- C 90 min
- D 120 min
- E 150 min

## PROBLEMA 1.16

3D18

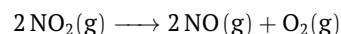
O mercúrio é metabolizado pelo corpo humano por um processo com cinética de primeira ordem de meia-vida de 70 dias. Assinale a alternativa que mais se aproxima do tempo necessário para que a concentração do mercúrio nos tecidos de um paciente decaia para 12,5% de seu valor inicial.

- 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  $k = 0,54 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Em um experimento a concentração inicial de  $\text{NO}_2$  é  $0,3 \text{ mol L}^{-1}$ .

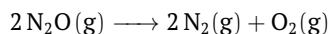
Assinale a alternativa que mais se aproxima do tempo necessário para que a concentração de  $\text{NO}_2$  caia para  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$

- A 10 s
- B 12 s
- C 14 s
- D 16 s
- E 18 s

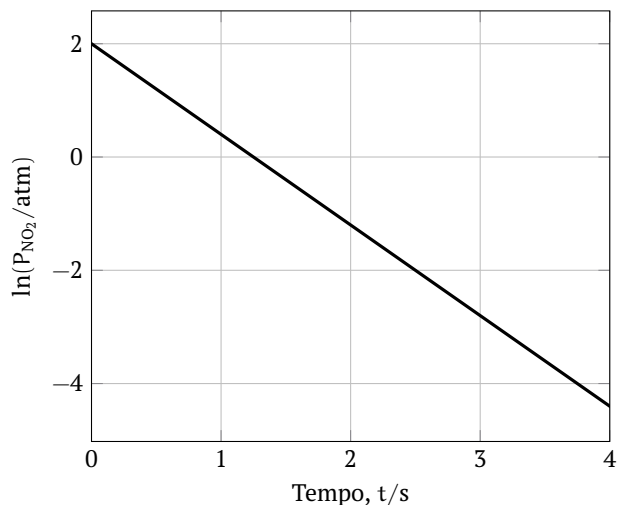
**PROBLEMA 1.18**

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:



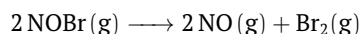
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da velocidade inicial de formação de oxigênio em um experimento em que a pressão parcial de  $\text{N}_2\text{O}$  é 30 atm.

- |                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <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  $\text{NOBr}$ :



Com cinética de segunda ordem e constante  $k = 0,8 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Em um experimento a concentração inicial de  $\text{NOBr}$  é  $860 \text{ mol L}^{-1}$ .

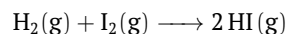
**Assinale** a alternativa que mais se aproxima da concentração de  $\text{NOBr}$  após 22 s.

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| <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 |                    |

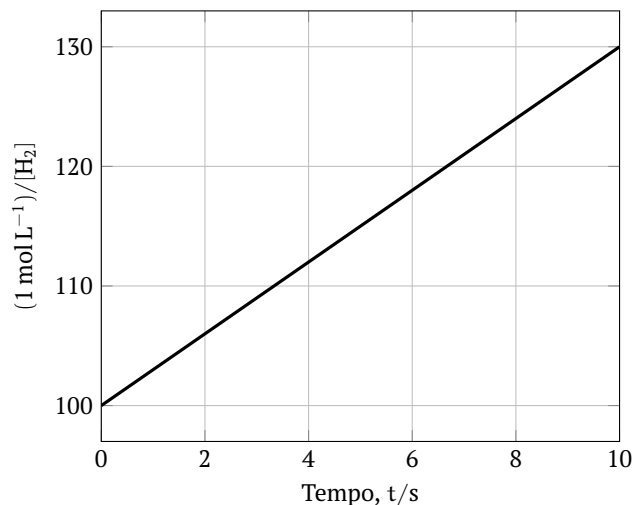
**PROBLEMA 1.20**

3D22

Considere a reação de decomposição do  $\text{HI}$  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  $\text{HI}$  em um experimento em que a concentração de  $\text{H}_2$  e  $\text{I}_2$  é  $2 \text{ mol L}^{-1}$ .

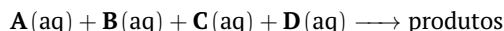
- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| <b>A</b> 6 atm s <sup>-1</sup>  | <b>B</b> 12 atm s <sup>-1</sup> |
| <b>C</b> 24 atm s <sup>-1</sup> | <b>D</b> 48 atm s <sup>-1</sup> |
| <b>E</b> 72 atm s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

## Nível II

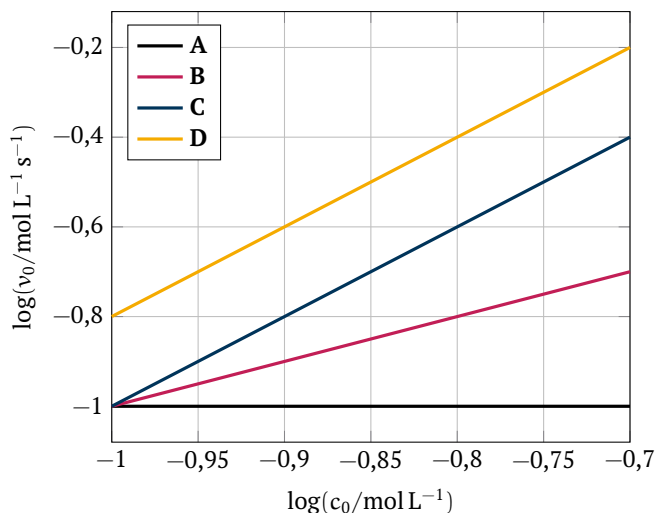
### PROBLEMA 2.1

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	0,63	0,43	0,30	0,21	0,14
ln([A]/M)	-0,46	-0,84	-1,20	-1,56	-1,97
1/([A]/M)	1,59	2,33	3,33	4,76	7,14

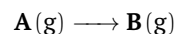
Assinale alternativa que mais se aproxima da constante cinética dessa reação.

- 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:

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

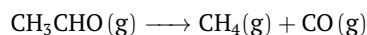
Assinale a alternativa que relaciona as proposições corretas.

- 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:

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

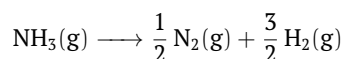
Assinale a alternativa que mais se aproxima do tempo necessário para a decomposição de metade do etanal em um cilindro de 10 atm.

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

**PROBLEMA 2.6**

3D28

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

()	200	210	202	230	240
t/s					
() $[\text{A}]/\text{M}$	0,8000	0,7900	0,7800	0,7700	0,7600
<b>[B]/M</b>	0,8333	0,8264	0,8196	0,8130	0,8064
<b>[C]/M</b>	0,8186	0,8105	0,8024	0,7945	0,7866
()					

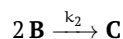
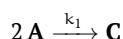
Assinale a alternativa com a ordem da cinética de decomposição de **A**, **B** e **C**, respectivamente.

- 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**:



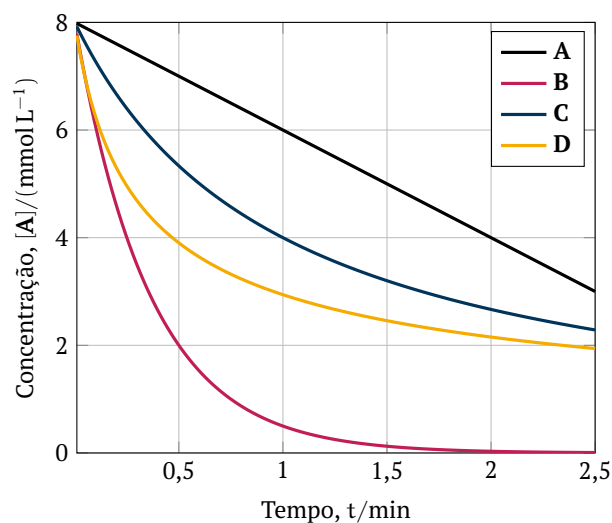
Sendo  $k_1 = 0,25 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . Em um experimento, uma solução é preparada com  $10 \text{ mmol L}^{-1}$  de **A** e  $25 \text{ mmol L}^{-1}$  de **B**. Após três minutos, a concentração de **C** é  $3,7 \text{ mmol L}^{-1}$ . Assinale a alternativa que mais se aproxima do valor da constante cinética  $k_2$ .

- A**  $0,11 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$       **B**  $0,22 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$   
**C**  $2,20 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$       **D**  $0,44 \text{ L mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$   
**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**.



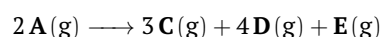
Assinale a alternativa com a substância que sofre decaimento com cinética de segunda ordem.

- A** A      **B** B      **C** C  
**D** D      **E** N

**PROBLEMA 2.9**

3D31

Considere a reação química:



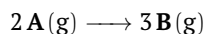
A lei de velocidade para essa reação a  $293^\circ\text{C}$  é:

$$v_{\text{A}} = -(0,25 \text{ h}^{-1})P_{\text{A}}$$

Um reator químico, projetado com uma válvula de alívio de pressão que é acionada a  $8,5 \text{ atm}$ , contém uma mistura gasosa composta por quantidades iguais do reagente **A** e de uma substância inerte **B**, a  $10^\circ\text{C}$  e  $2 \text{ atm}$ . Ao elevar rapidamente a temperatura do reator para  $293^\circ\text{C}$ , o reagente **A** começa a se decompor.

- 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/min	0,89	2,08	3,75	6,25	10,42
P/atm	21	22	23	24	25
v/atm min <sup>-1</sup>	1,96	1,44	1,00	0,64	0,36

- Determine a ordem da reação.
- Determine a constante cinética da reação.
- Determine a composição do reator em 10,42 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**
- C**
- 6 h
  - $P_A = 0,5 \text{ atm}$ ,  $P_B = 2 \text{ atm}$ ,  $P_C = 2,25 \text{ atm}$ ,  $P_D = 0,75 \text{ atm}$ ,  $P_E = 0,75 \text{ atm}$
  - 1,7 atm
- Segunda ordem
  - $0,01 \text{ min atm}^{-1}$
  - $P_A = 6 \text{ atm}$ ,  $P_B = 14 \text{ atm}$ ,  $P_C = 4 \text{ atm}$