



CINÉTICA QUÍMICA – INTRODUÇÃO

1. CINÉTICA QUÍMICA

É a parte da química que estuda a velocidade das reações e os fatores que a influenciam.

$$v_{\text{média}} = \frac{\text{quantidade consumida (ou produzida)}}{\text{intervalo de tempo}}$$

2. VELOCIDADE MÉDIA

É a relação entre a quantidade consumida ou produzida e o intervalo de tempo para que isso ocorra.

Obs – Normalmente essas quantidades são expressas em mols, mas podem ser expressas em gramas, em litros, em mols/L, etc.

EXERCÍCIOS DE APLICAÇÃO

01 (EFEI-MG) Para a reação $4 \text{NH}_3(\text{g}) + 3 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{N}_2(\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$, foi observado que num determinado instante, produzia-se nitrogênio a uma velocidade de 0,68 mol/L.s.

- A que velocidade formava-se água?
- A que velocidade consumia-se amônia?
- A que velocidade o oxigênio reagiu?

02 (FESP-PE) Considere a equação: $2 \text{N}_2\text{O}_5(\text{g}) \rightarrow 4 \text{NO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g})$

Admita que a formação de O_2 tem uma velocidade média constante e igual a 0,05 mol/s. A massa de NO_2 formada em 1 min é: (Massas atômicas: N = 14 u; O = 16 u)

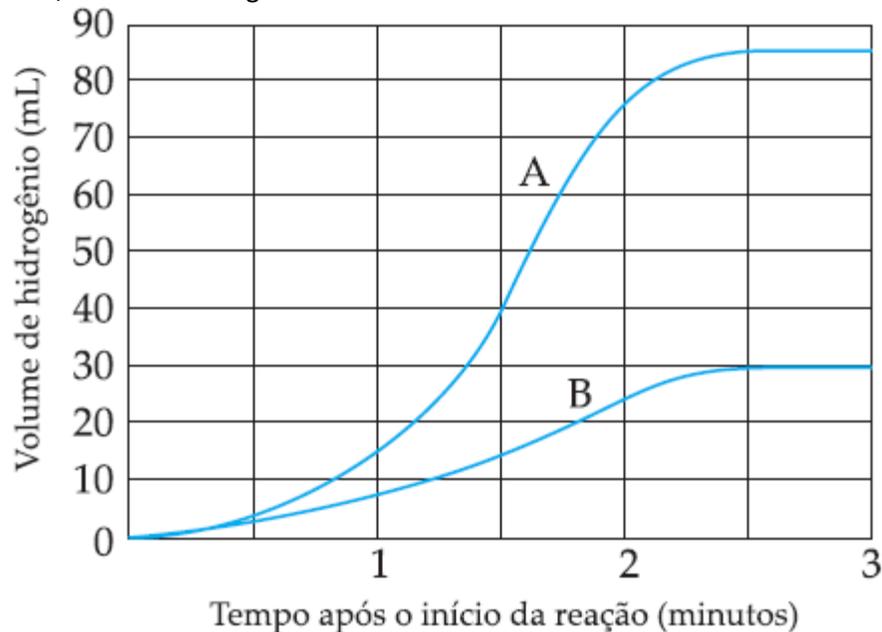
- 96 g
- 55,2 g
- 12,0 g
- 552,0 g
- 5,52 g

03 (PUC-SP) Considere o experimento realizado para estudar a reação de Ca e de Li com água:

. pesou-se 0,05 g de cada metal e fez-se separadamente a reação com água em excesso.

. mediu-se o volume de hidrogênio liberado a cada 15 segundos.

Com os dados obtidos, construiu-se o gráfico abaixo:



Sabendo-se que o volume molar do H₂ nas condições do experimento é de 24 litros, assinale a afirmativa incorreta.

a) A curva A refere-se ao Li e a curva B, ao Ca.

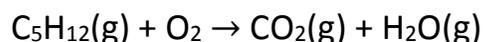
b) As velocidades das duas reações não são constantes.

c) A velocidade média de produção de hidrogênio é maior na reação de Ca com água.

d) A relação entre as quantidades de Li e de Ca, em mols, deverá ser de 2 : 1, para produzir a mesma massa de hidrogênio.

e) A relação entre as massas de Ca e de Li deverá ser de 20 : 7, para que, em iguais condições de T e P, os volumes de hidrogênio liberados sejam iguais.

04 (UNISINOS-RS) A combustão completa do pentano é representada, qualitativamente, pela seguinte equação:



Partindo da equação química ajustada e estabelecendo um consumo de 1,5 mol de pentano em 30 minutos de reação, pode-se concluir que a velocidade da reação, em mols de gás carbônico por minuto, é:

a) 0,05

b) 0,15

c) 0,25

d) 0,30

e) 7,5

05 (UECE-CE) Seja a reação: $X \rightarrow Y + Z$. A variação na concentração de X, em função do tempo, é:

X (mol/L)	1,0	0,7	0,4	0,3
Tempo (s)	0	120	300	540

A velocidade média da reação, no intervalo de 2 a 5 minutos, é:

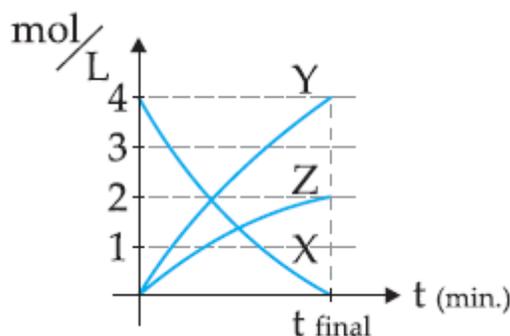
- a) 0,3 mol/L · min
- b) 0,1 mol/L · min
- c) 0,5 mol/L · min
- d) 1,0 mol/L · min

06 (UFOP-MG) A destruição da camada de ozônio pode, simplificada, ser representada pela equação química: $O_3(g) + O(g) \rightarrow 2 O_2(g)$

Com base nessa equação, a velocidade de aparecimento do oxigênio molecular é

- a) o dobro da velocidade de desaparecimento do ozônio.
- b) o triplo da velocidade de desaparecimento do ozônio.
- c) igual à velocidade de desaparecimento do ozônio.
- d) a metade da velocidade de desaparecimento do ozônio.
- e) um terço da velocidade de desaparecimento do ozônio.

07 Dado o gráfico da concentração em mol/L de uma reação irreversível em função do tempo (minutos) das substâncias X, Y e Z.



A equação balanceada que representa a reação do gráfico é:

- a) $Y + Z \rightarrow 2X$
- b) $2X \rightarrow Y + Z$
- c) $X \rightarrow 2Y + 2Z$
- d) $2X \rightarrow 2Y + Z$
- e) $2Y + Z \rightarrow 2X$

08 (UFIT-MG) Em determinada experiência, a reação de formação de água está ocorrendo com o consumo de 4 mols de oxigênio por minuto. Consequentemente, a velocidade de consumo de hidrogênio é de:

- a) 8 mols/minuto
- b) 4 mols/minuto
- c) 12 mols/minuto
- d) 2 mols/minuto

09 (FAAP-SP) Num dado meio, onde ocorre a reação: $\text{N}_2\text{O}_5 \rightleftharpoons \text{N}_2\text{O}_4 + \frac{1}{2} \text{O}_2$ observou-se a seguinte variação na concentração no N_2O_5 em função do tempo:

N_2O_5 (mol/L)	0,233	0,200	0,180	0,165	0,155
Tempo (s)	0	180	300	540	840

Calcule a velocidade média da reação no intervalo de 3 a 5 minutos, em relação ao N_2O_5 em mol/L min.

10 (PUC-PR) A revelação de uma imagem fotográfica em um filme é um processo controlado pela cinética química da redução do halogeneto de prata por um revelador. A tabela a seguir mostra o tempo de revelação de um determinado filme, usando um revelador D-76.

Número de mols do revelador	Tempo de revelação (min.)
24	6
22	7
21	8
20	9
18	10

A velocidade média (V_m) de revelação, no intervalo de tempo de 7 min a 10 min, é:

- a) 3,14 mols de revelador/min
- b) 2,62 mols de revelador/min
- c) 1,80 mol de revelador/min
- d) 1,33 mol de revelador/min
- e) 0,70 mol de revelador/min

11 (UEL-PR) Em fase gasosa: $\text{NO}_2 + \text{CO} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{NO}$

NO_2 e CO são misturados em quantidades equimolares. Após 50 segundos, a concentração de CO_2 é igual a $1,50 \cdot 10^{-2}$ mol/L. A velocidade média dessa reação em $\text{mol} \cdot (\text{L} \cdot \text{s})^{-1}$ é:

- a) $1,50 \cdot 10^{-2}$
- b) $7,5 \cdot 10^{-3}$
- c) $3,0 \cdot 10^{-3}$
- d) $3,0 \cdot 10^{-4}$
- e) $6,0 \cdot 10^{-4}$

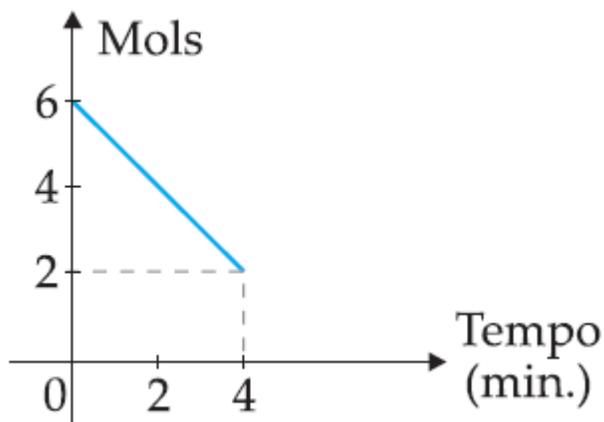
12 (UECE-CE) Seja a reação: $\text{X} \rightarrow \text{Y} + \text{Z}$. A variação na concentração de X, em função do tempo, é:

X (mol/L)	1,0	0,7	0,4	0,3
Tempo (s)	0	120	300	540

A velocidade média da reação, no intervalo de 2 a 5 minutos, é:

- a) 0,3 mol/L · min
- b) 0,1 mol/L · min
- c) 0,5 mol/L · min
- d) 1,0 mol/L · min

13 (FUVEST-SP) A figura abaixo indica a variação da quantidade de reagente em função do tempo (t), num sistema em reação química. Calcule a velocidade dessa reação.



14 (UNEB-BA) A amônia é produzida industrialmente a partir do gás nitrogênio (N_2) e do gás hidrogênio (H_2), segundo a equação: $N_2(g) + 3 H_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$

Dado: massa molar do $H_2 = 2,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Numa determinada experiência, a velocidade média de consumo de gás hidrogênio foi de 120 gramas por minuto. A velocidade de formação do gás amônia, nessa experiência, em mols por minuto será de:

- a) 10
- b) 20
- c) 40
- d) 50
- e) 60

15 (ESEFE-GO) Dada a equação que representa uma reação química genérica $A \rightarrow B$ e a variação da concentração do reagente A em função do tempo, conforme quadro abaixo,

A(mol/L)	6,0	4,5	3,5	2,5	1,5
Tempo (s)	0	3	5	15	35

pergunta-se:

- a) a velocidade desta reação é constante?
- b) qual a velocidade da reação no intervalo de 15 a 35 segundos?
- c) faça um gráfico que represente o que ocorre com as concentrações do reagente e do produto em função do tempo.

16 (UNISINOS-RS) A combustão completa do pentano é representada, qualitativamente, pela seguinte equação (não balanceada): $C_5H_{12}(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$

Partindo da equação química ajustada e estabelecendo um consumo de 1,5 mol de pentano em 30 minutos de reação, pode-se concluir que a velocidade da reação, em mols de gás carbônico por minuto, é:

- a) 0,05
- b) 0,15
- c) 0,25
- d) 0,30
- e) 7,5

17 (CESGRANRIO-RJ) Numa experiência envolvendo o processo $N_2 + 3 H_2 \rightarrow 2 NH_3$, a velocidade da reação foi expressa como $\frac{\Delta[NH_3]}{\Delta t} = 4 \text{ mol/L.h}$

Considerando a não-ocorrência de reações secundárias, a expressão dessa mesma velocidade, em termos de concentração de H_2 , será:

a) $-\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = 1,5 \text{ mol/L.h}$

b) $-\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = 2,0 \text{ mol/L.h}$

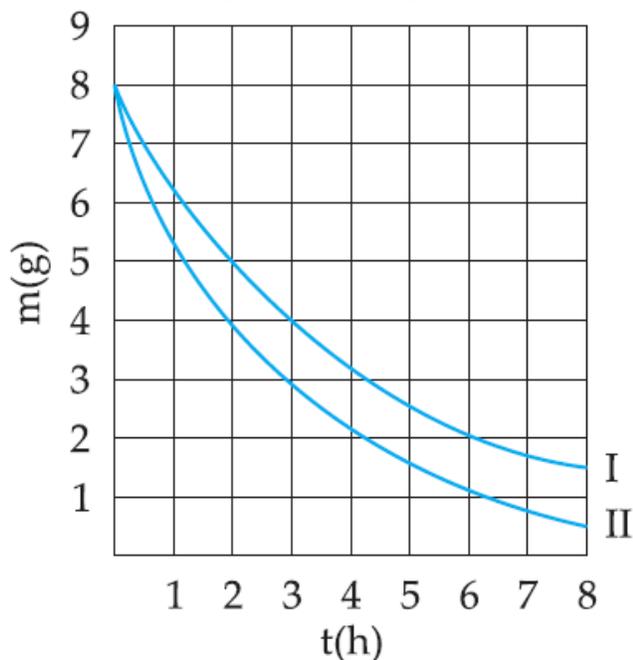
c) $-\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = 3,0 \text{ mol/L.h}$

d) $-\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = 4,0 \text{ mol/L.h}$

e) $-\frac{\Delta[H_2]}{\Delta t} = 6,0 \text{ mol/L.h}$

18 (PUC-Campinas-SP) A combustão do butano corresponde à equação: $C_4H_{10} + 6,5 O_2 \rightarrow 4 CO_2 + 5 H_2O$
Se a velocidade da reação for 0,05 mol butano/minuto, qual a massa de CO_2 produzida em meia hora? (C=12, H=1, O=16)

19 (UFC-CE) O tempo de validade de um alimento em suas características organolépticas e nutricionais depende da embalagem e das condições ambientais. Um dos tipos de acondicionamento necessário para a conservação de alimentos é a folha-de-flandres, constituída de uma liga de estanho e aço. Analise o gráfico abaixo, que representa a reação de oxidação entre a embalagem e o meio agressivo, e responda:



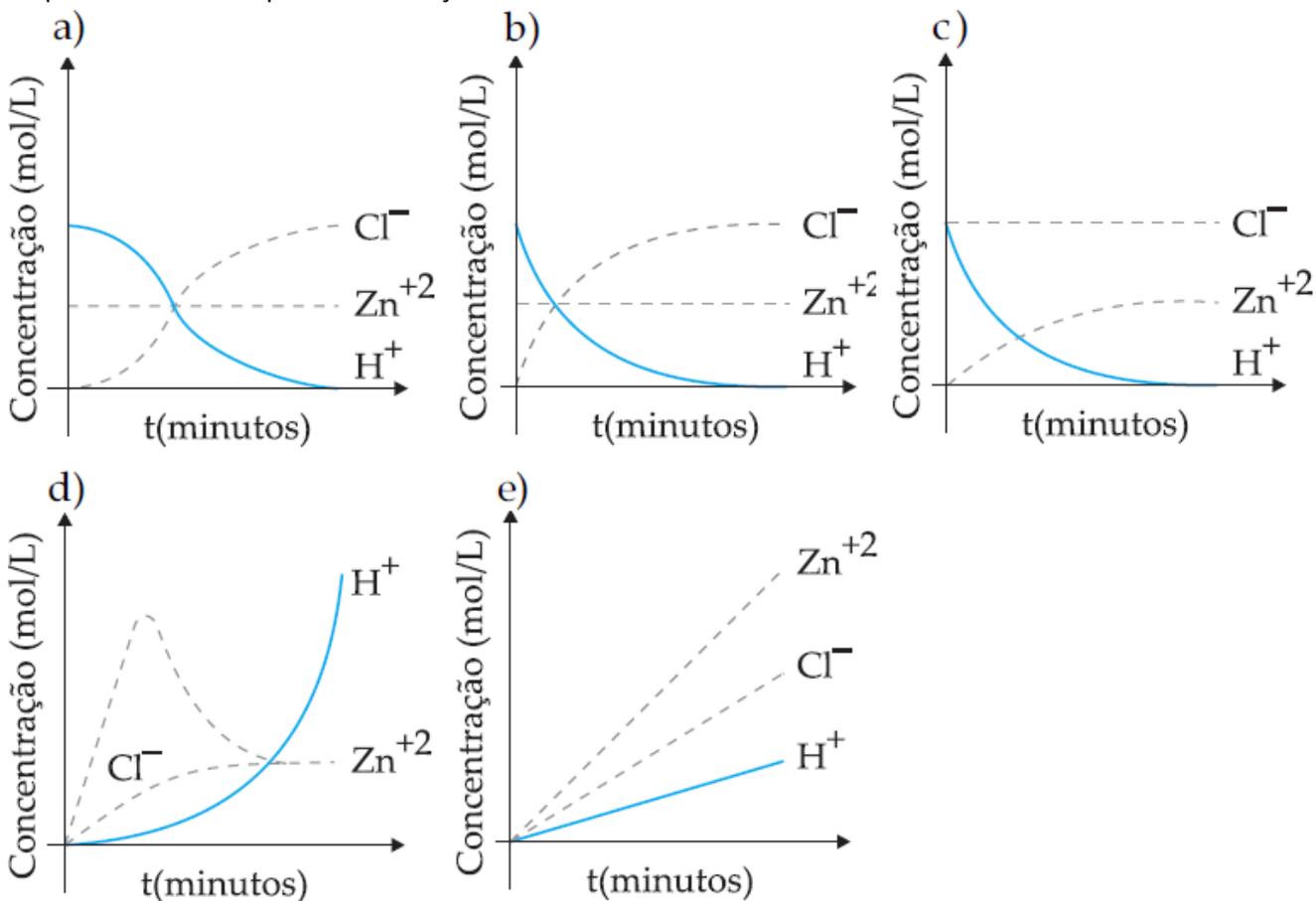
- a) em qual das curvas, I ou II, a velocidade da reação química é mais acentuada? Justifique.
b) considerando a área da folha-de-flandres constante, calcule a velocidade média da reação química no intervalo entre duas e quatro horas para a curva de maior corrosão.

20 (UNICAMP-SP) Amostras de magnésio foram colocadas em soluções de ácido clorídrico a diversas concentrações e temperaturas, havendo total dissolução do metal e desprendimento de hidrogênio gasoso. Observaram-se os seguintes resultados:

Nº da amostra	Massa de magnésio dissolvida	Tempo para dissolver
I	2,0 g	10,0 min
II	0,40 g	2,0 min
II	0,40 g	1,0 min
IV	0,50 g	1,0 min

- a) em qual caso a velocidade média da reação foi maior?
 b) em qual caso desprende-se maior quantidade de hidrogênio?
 Mostre como você chegou a essas conclusões.

21 (PUC-SP) Na reação de solução de ácido clorídrico com zinco metálico, o gráfico que melhor representa o comportamento das espécies em solução é:



22 (FEI-SP) Seja a decomposição de H_2O_2 : $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$. Em 2 minutos, observa-se uma perda de 3,4 g de H_2O_2 . Qual a velocidade média dessa reação em relação ao O_2 em mol/min.

Dado massa molar $\text{H}_2\text{O}_2 = 34 \text{ g/mol}$

- a) 0,250 b) 0,025 c) 0,0025 d) 0,500 e) 0,050

23 (Cesgranrio-RJ) Um forno a gás consome 112 litros de butano, por hora, medidos nas CNTP. Nas mesmas condições, a velocidade de formação do dióxido de carbono resultante da combustão completa do butano é:

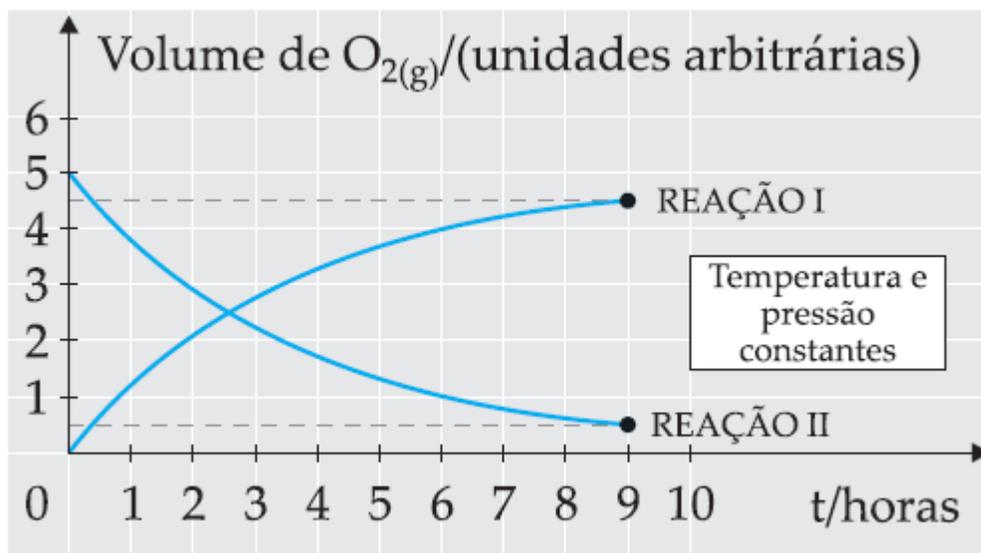
- a) 22,4 litros/hora
b) 20 mols/hora
c) $6,0 \cdot 10^{23}$ moléculas/hora
d) $8,8 \cdot 10^{24}$ u/hora
e) 88 g/hora

24 (EEM-SP) A concentração $[A]$, expressa em mol/L de uma substância A que, em meio homogêneo, reage com outra B, segundo a equação $A + B \rightarrow C + D$, varia com o tempo t segundo a lei: $[A] = 5 - 0,2t - 0,1t^2$, com t medido em horas.

Qual a velocidade média dessa reação entre os instantes $t_1 = 1 \text{ h}$ e $t_2 = 2 \text{ h}$?

25 (UNICAMP-SP) Numa reação que ocorre em solução (reação I), há o desprendimento de oxigênio e a sua velocidade pode ser medida pelo volume do $\text{O}_2(\text{g})$ desprendido. Uma outra reação (reação II) ocorre nas mesmas condições, porém consumido $\text{O}_2(\text{g})$ e este consumo mede a velocidade desta reação. O gráfico abaixo representa os resultados referentes às duas reações.

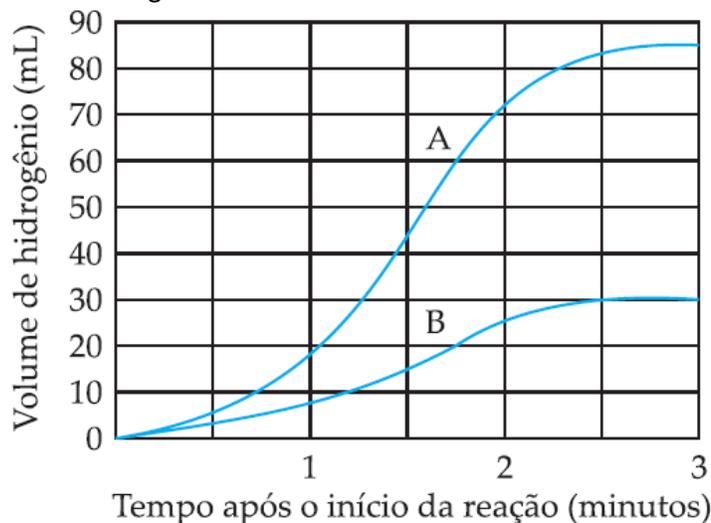
Considerando as 9 horas iniciais, qual das reações tem velocidade maior? Justifique sua resposta. Considerando as duas horas iniciais, qual tem maior velocidade? Justifique.



26 (PUC-SP) Considere o experimento realizado para estudar a reação de Ca e de Li com água:

- pesou-se 0,05 g de cada metal e fez-se separadamente a reação com água em excesso.
- mediu-se o volume de hidrogênio liberado a cada 15 segundos.

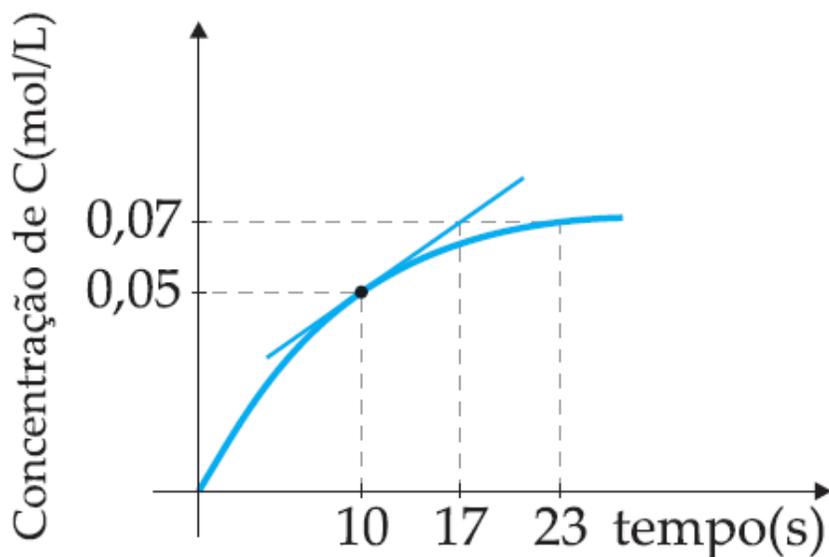
Com os dados obtidos, construiu-se o gráfico abaixo:



Sabendo-se que o volume molar do H₂ nas condições do experimento é de 24 litros, assinale a afirmativa **incorreta**. (dado: Ca = 40, Li = 6,9)

- a) A curva A refere-se ao Li e a curva B, ao Ca.
- b) As velocidades das duas reações não são constantes.
- c) A velocidade média de produção de hidrogênio é maior na reação de Ca com água.
- d) A relação entre as quantidades de Li e de Ca, em mols, deverá ser de 2 : 1, para produzir a mesma massa de hidrogênio.
- e) A relação entre as massas de Ca e de Li deverá ser de 20 : 7, para que, em iguais condições de T e P, os volumes de hidrogênio liberados sejam iguais.

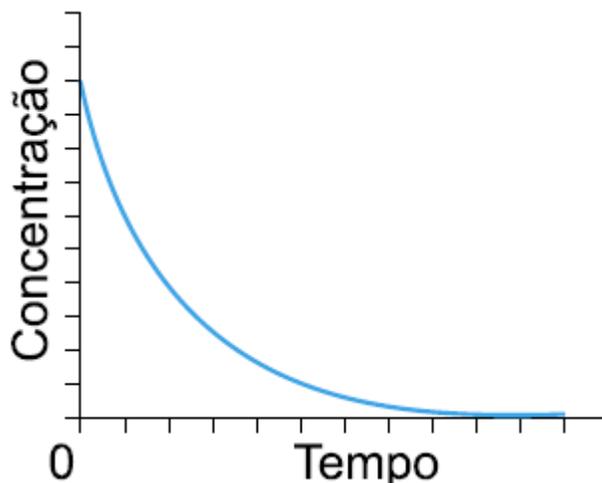
27 No gráfico abaixo são projetados os valores da concentração em função do tempo para a reação: $A + B \rightarrow 2 C$



A velocidade de formação de C (rapidez da reação) no instante $t = 10$ s é igual a:

- a) $5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- b) $5,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- c) $2,86 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- d) $2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- e) $1,54 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

28 (UFPE-PE) Óxidos de nitrogênio, NO_x , são substâncias de interesse ambiental, pois são responsáveis pela destruição de ozônio na atmosfera, e, portanto, suas reações são amplamente estudadas. Num dado experimento, em um recipiente fechado, a concentração de NO_2 , em função do tempo, apresentou o seguinte comportamento:



O papel do NO_2 , nesse sistema reacional, é:

- a) reagente.
- b) intermediário.
- c) produto.
- d) catalisador.
- e) inerte.

29 (UFIT-MG) Numa reação completa de combustão, foi consumido, em 5 minutos, 0,25 mol de metano, que foi transformado em CO_2 e H_2O . A velocidade da reação será:

- a) 0,8 mol/min
- b) 0,4 mol/min
- c) 0,05 mol/min
- d) 0,6 mol/min
- e) 0,3 mol/min

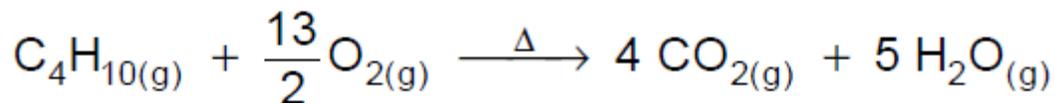
30 (PUC-RJ) A amônia é um produto básico para produção de fertilizantes. Ela é produzida cataliticamente, em altas pressões (processo Haber), conforme a equação: $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$
Se a velocidade de produção de amônia foi medida como:

$$\text{velocidade} = \frac{\Delta[\text{NH}_3]}{\Delta t} = 2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1},$$

a velocidade da reação, em termos de consumo de N_2 , será:

- a) $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- b) $2,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- c) $3,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- d) $4,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
- e) $5,0 \cdot 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$

31 (MACKENZIE-SP) A combustão do butano é representada pela equação:



Se houver um consumo de 4 mols de butano a cada 20 minutos de reação, o número de mols de dióxido de carbono produzido em 1 hora será:

- a) 48 mols/h
- b) 4 mols/h
- c) 5 mols/h
- d) 16 mols/h
- e) 8 mols/h

32 (FATEC-SP) Em aparelhagem adequada, nas condições ambientes, certa massa de carbonato de cálcio foi colocada para reagir com excesso de ácido clorídrico diluído. Dessa transformação, resultou um gás. O volume de gás liberado foi medido a cada 30 segundos. Os resultados são apresentados a seguir:

Tempo (s)	30	60	90	120	150	180	210	300
Volume de gás (cm ³)	80	150	200	240	290	300	300	300

Analisando-se esses dados, afirma-se:

- I. O volume de gás liberado aumentará se após 180 segundos adicionarmos mais ácido.
- II. O carbonato de cálcio é o reagente limitante dessa transformação, nas condições em que foi realizada.
- III. O gás liberado nessa transformação é o hidrogênio, H₂.
- IV. Construindo-se um gráfico do volume gasoso liberado em função do tempo, a partir de 3 minutos, a curva obtida apresentará um patamar.

Estão corretas as afirmações:

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) II e III.
- d) II e IV.
- e) III e IV.

33 (UFPR-PR) A velocidade média da reação $a A + b B \rightarrow c C + d D$ pode ser definida pela expressão I, a seguir:
Expressão I:

$$V_m = -\frac{1}{a} \cdot \frac{\Delta[A]}{\Delta t} = -\frac{1}{b} \cdot \frac{\Delta[B]}{\Delta t} = \frac{1}{c} \cdot \frac{\Delta[C]}{\Delta t} = \frac{1}{d} \cdot \frac{\Delta[D]}{\Delta t}$$

Considere agora a reação de decomposição da água oxigenada.



A tabela a seguir fornece as concentrações, em mol por litro, da água oxigenada, em função do tempo da reação.

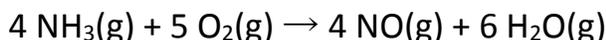
t (min)	0	10	20	30
$[\text{H}_2\text{O}_2]$ (mol · L ⁻¹)	0,80	0,50	0,30	0,20

Com base nas informações, é correto afirmar:

- 01. A velocidade média da reação é constante em todos os intervalos de tempo considerados.
- 02. No intervalo de tempo entre 20 e 30 minutos, a velocidade média de formação do gás oxigênio é $5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.
- 04. Em valores absolutos, a velocidade média de decomposição da água oxigenada é igual à velocidade média de formação da água, qualquer que seja o intervalo de tempo considerado.
- 08. Entre 0 e 10 minutos, a velocidade média da reação, definida pela expressão I, é de $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.
- 16. No intervalo de 10 a 20 minutos, a velocidade média de decomposição da água oxigenada é de $0,30 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$.
- 32. velocidade média, definida pela expressão I, é sempre um número positivo.

Some os números dos itens corretos.

34 A combustão da amônia é representada pela seguinte equação química:

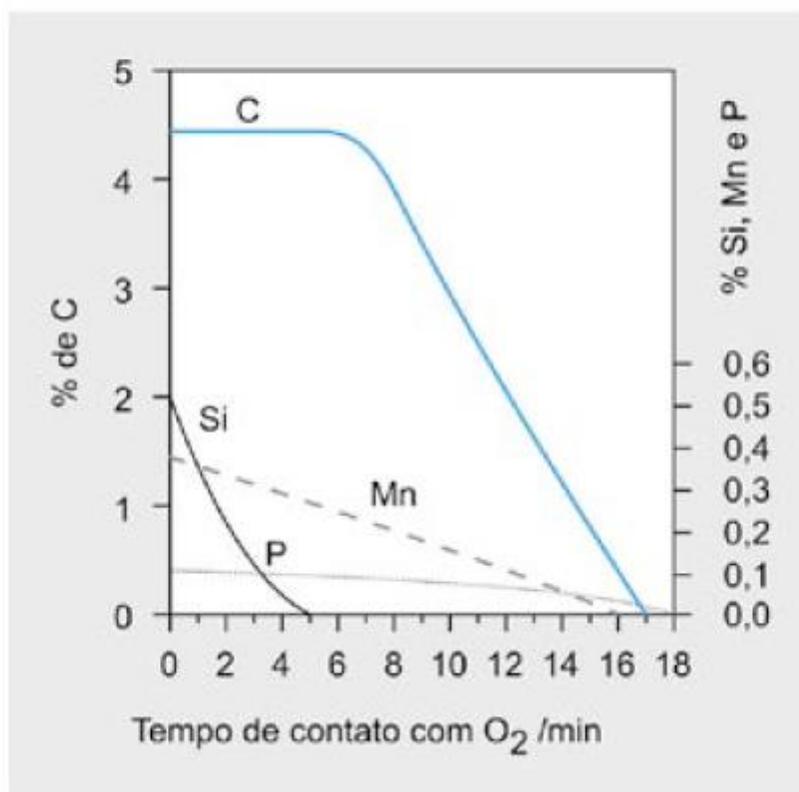


Mediu-se a velocidade da reação em determinado momento e observou-se que a amônia estava sendo queimada numa velocidade de $0,24 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$. A esse respeito, responda aos itens a seguir.

- a) Qual a velocidade de consumo do gás oxigênio?
- b) Qual a velocidade de formação da água expressa em $\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$?

35 (FUVEST-SP) O ferro-gusa, produzido pela redução do óxido de ferro em alto-forno, é bastante quebradiço, tendo baixa resistência a impactos. Sua composição média é a seguinte:

Elemento	Fe	C	Si	Mn	P	S	Outros
% em massa	94,00	4,40	0,56	0,39	0,12	0,18	0,35

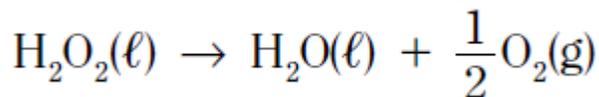


Para transformar o ferro-gusa em aço, é preciso mudar sua composição, eliminando alguns elementos e adicionando outros. Na primeira etapa desse processo, magnésio pulverizado é adicionado à massa fundida de ferro-gusa, ocorrendo a redução de enxofre. O produto formado é removido. Em uma segunda etapa, a massa fundida recebe, durante cerca de 20 minutos, um intenso jato de oxigênio, que provoca a formação de CO , SiO_2 , MnO e P_4O_{10} , os quais também são removidos. O gráfico mostra a variação da composição do ferro, nessa segunda etapa, em função do tempo de contato com o oxigênio.

Para o processo de produção do aço, responda às seguintes questões:

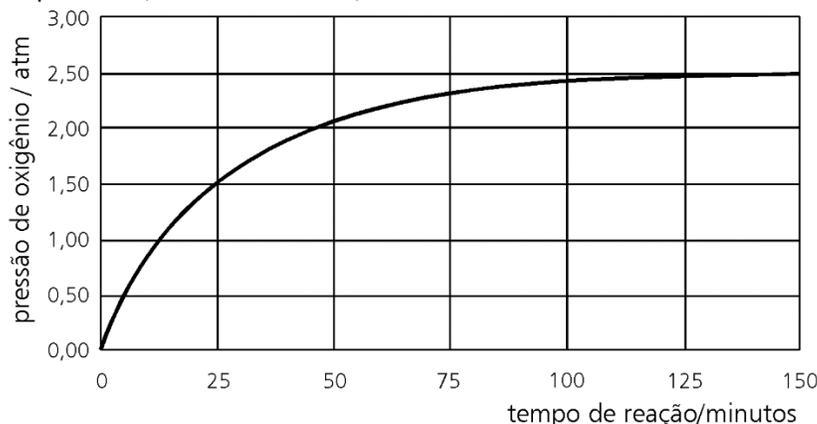
- Qual equação química representa a transformação que ocorre na primeira etapa? Escreva-a.
- Qual dos três elementos, Si, Mn ou P, reage mais rapidamente na segunda etapa do processo? Justifique.
- Qual a velocidade média de consumo de carbono, no intervalo de 8 a 12 minutos?

36 (UFMG-MG) A água oxigenada, H_2O_2 , decompõe-se para formar água e oxigênio, de acordo com a equação:



A velocidade dessa reação pode ser determinada recolhendo-se o gás em um sistema fechado, de volume constante, e medindo-se a pressão do oxigênio formado em função do tempo de reação.

Em uma determinada experiência, realizada a 25 °C, foram encontrados os resultados mostrados no gráfico.



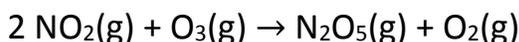
Considerando-se o gráfico, pode-se afirmar que a velocidade de decomposição da água oxigenada

- a) é constante durante todo o processo de decomposição.
- b) aumenta durante o processo de decomposição.
- c) tende para zero no final do processo de decomposição.
- d) é igual a zero no início do processo de decomposição.

37 (PUC-RJ) - Numa experiência, a reação de formação de amônia (NH_3), a partir do N_2 e do H_2 , está ocorrendo com um consumo de 12 mols de nitrogênio (N_2) a cada 120 segundos. Neste caso, a velocidade de consumo de Hidrogênio (H_2) é:

- a) 6 mols por minuto.
- b) 12 mols por minuto.
- c) 18 mols por minuto.
- d) 24 mols por minuto.
- e) 36 mols por minuto.

38 (Mackenzie-SP) Considere que, na reação abaixo equacionada, a formação de O_2 tem uma velocidade média constante e igual a 0,06 mol/L.s.



A massa de dióxido de nitrogênio, em gramas, consumida em um minuto e meio, e:

Dado: massa molar (g/mol) N = 14 , O = 16

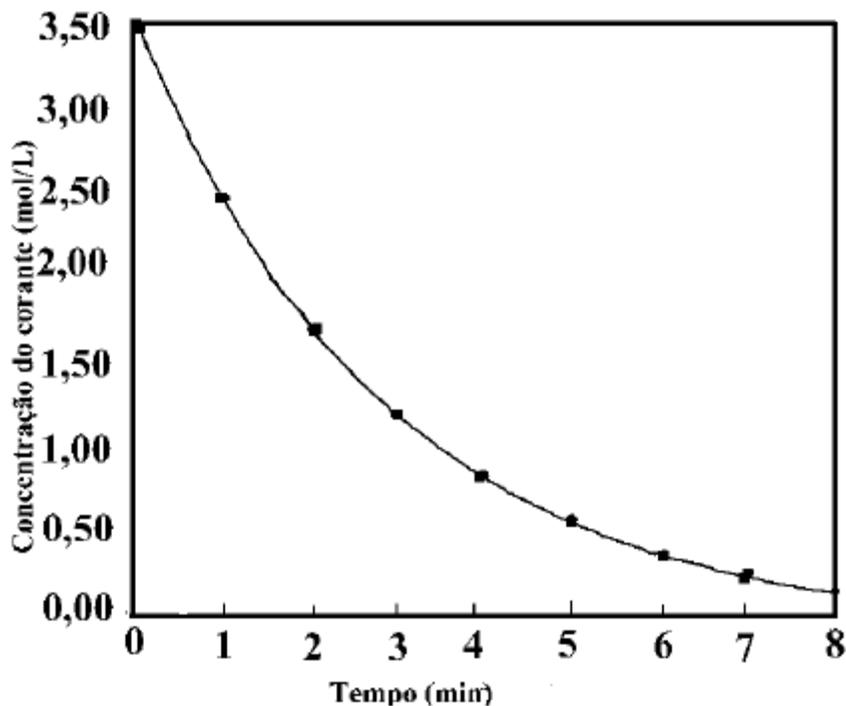
- a) 496,8 g
- b) 5,4 g
- c) 162,0 g
- d) 248,4 g
- e) 324,0 g

39 (UFMS-MS) Considerando a equação abaixo, não-balanceada, para a queima do propano:



determine a quantidade de mol de água produzida em uma hora, se a velocidade da reação for $5 \cdot 10^{-3}$ mol de propano por segundo.

40 (UFG-GO) O hipoclorito de sódio (NaClO) é utilizado como alvejante. A ação desse alvejante sobre uma solução azul produz descolorimento, devido a reação com o corante. O gráfico a seguir representa a variação na concentração do corante em função do tempo de reação com o alvejante. A concentração inicial do alvejante é mil vezes maior que a do corante.



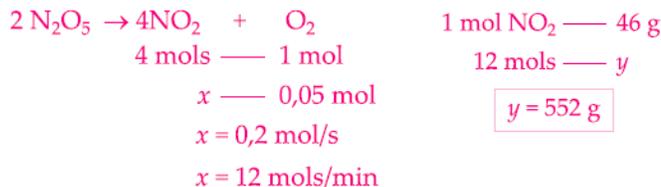
Analisando esse gráfico, julgue as proposições a seguir:

- 01- a velocidade da reação aumenta com o tempo;
- 02- a velocidade média da reação, entre zero e três minutos, é $0,75 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$;
- 03- em 4 minutos a concentração do corante é a metade da inicial;
- 04- após 24 horas a solução permanece azul.

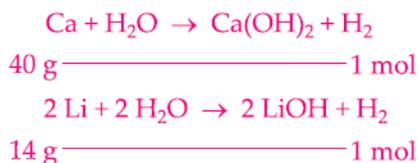
GABARITO

- 01- $4 \text{ NH}_3(\text{g}) + 3 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 2 \text{ N}_2(\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$
4 mols - 3 mols - 2 mols - 6 mols
1,36 mols - 1,02 mols - 0,68 mol - 2,04 mols
a) $v_{\text{H}_2\text{O}} = 2,04 \text{ mol/L.s}$
b) $v_{\text{NH}_3} = 1,36 \text{ mol/L.s}$
c) $v_{\text{O}_2} = 1,02 \text{ mol/L.s}$

02- Alternativa D

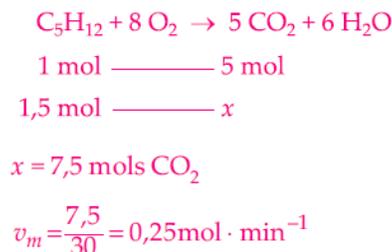


03- Alternativa C



Portanto, para mesma massa de metais, o Li produz maior quantidade de hidrogênio que o cálcio.

04- Alternativa C



05- Alternativa B

$$v_m = \frac{0,7 - 0,4}{5 - 2} = 0,1 \text{ mol/L} \cdot \text{min}$$

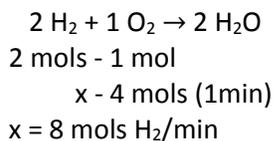
06- Alternativa A

1 mol de O_3 produz 2 mols de O_2 ; portanto, a velocidade de formação do O_2 é o dobro do consumo de O_3 .

07- Alternativa

O consumo de 4 mols de X (reagente) ocasionou a formação de 4 mols de Y e 2 mols de Z (produtos).
Equação: $2\text{X} \rightarrow 2\text{Y} + \text{Z}$

08- Alternativa A



09-

$$V_m = \frac{-\Delta[\text{N}_2\text{O}_5]}{\Delta t} = \frac{-(0,180 - 0,200)}{5 - 3} = 0,010 \text{ mol/L}\cdot\text{min}$$

10- Alternativa D

$$V_m = \frac{-\Delta n}{\Delta t} = \frac{-(18 - 22)}{10 - 7} = 1,33 \text{ mols/min}$$

11- Alternativa D

$$V_m = \frac{\Delta[\text{CO}_2]}{\Delta t} = \frac{1,5 \cdot 10^{-2} \text{ molar}}{50 \text{ segundos}} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ molar}\cdot\text{segundos}^{-1}$$

12- Alternativa B

$$V_{m(2-5 \text{ min})} = \frac{\Delta[X]}{\Delta t} = \frac{-(0,4 - 0,7) \text{ molar}}{(5 - 2) \text{ minutos}} = 0,1 \text{ molar}\cdot\text{minutos}^{-1}$$

13-

$$v_m = \frac{-\Delta n}{\Delta t} = \frac{-(2 - 6)}{4 - 0} = 1,0 \text{ mol/min}$$

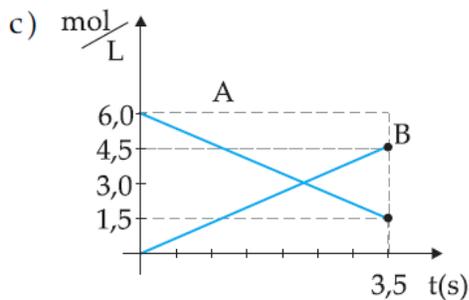
14- Alternativa C

$$\frac{120 \text{ g H}_2}{1 \text{ min}} \cdot \frac{1 \text{ mol H}_2}{2 \text{ g H}_2} \cdot \frac{2 \text{ mol NH}_3}{3 \text{ mol H}_2} = 40 \text{ mols NH}_3 \cdot \text{min}^{-1}$$

15-

a) Não, diminui com o tempo.

$$\begin{aligned} \text{b) } V_m &= \frac{-\Delta[\text{I}]}{\Delta t} = \frac{-(1,5 - 2,5)}{20} = \\ &= V_m = 0,05 \text{ mol/l}\cdot\text{min} \end{aligned}$$



16- Alternativa C

Equação balanceada: $1 \text{ C}_5\text{H}_{12}(\text{g}) + 8 \text{ O}_2(\text{g}) \rightarrow 5 \text{ CO}_2(\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O}(\text{g})$

Cálculo da velocidade da reação em mols de CO_2 por minuto:

$$\frac{1,5 \text{ mol C}_5\text{H}_{12}}{30 \text{ minutos}} \cdot \frac{5 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_5\text{H}_{12}} = 0,25 \text{ mol CO}_2 \cdot \text{min}^{-1}$$

17- Alternativa E

$$\frac{4\text{mol NH}_3}{1 \text{ L.h}} \cdot \frac{3\text{mol H}_2}{2\text{mol NH}_3} = 6\text{mol H}_2 / \text{L.h}$$

18-

$$0,5\text{h} \cdot \frac{60\text{min}}{1\text{h}} \cdot \frac{0,05\text{mol C}_4\text{H}_{10}}{1\text{min}} \cdot \frac{4\text{mol CO}_2}{1\text{mol C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{44\text{g CO}_2}{1\text{mol CO}_2} = 264\text{g CO}_2$$

19-

a) II, maior consumo em 8 horas.

b)

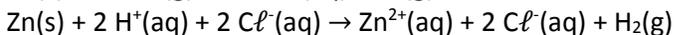
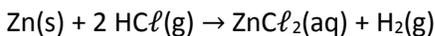
$$V_m \text{ (curva II)} = \frac{-\Delta m}{\Delta t} = \frac{-(2-4)}{4-2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ g/h}$$

20-

a) Amostra IV, maior velocidade ($\Delta m/\Delta t$)

b) Amostra I (maior massa de metal (Mg) dissolvida.)

21- Alternativa C

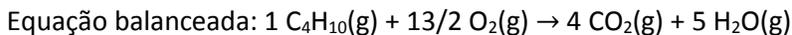


Pela análise da reação podemos observar que os íons cloreto (Cl^-) não sofreram alteração, com isso sua concentração permanece constante.

22- Alternativa B

$$\frac{3,4\text{g H}_2\text{O}_2}{2\text{min}} \cdot \frac{1\text{mol H}_2\text{O}_2}{34\text{g H}_2\text{O}_2} \cdot \frac{1\text{mol O}_2}{2\text{mol H}_2\text{O}_2} = 0,025\text{mol H}_2\text{O}_2 \cdot \text{min}^{-1}$$

23- Alternativa B



Cálculo da velocidade da reação em mols de CO_2 por h:

$$\frac{112\text{L C}_4\text{H}_{10}}{1 \text{ hora}} \cdot \frac{1\text{mol C}_4\text{H}_{10}}{22,4\text{L C}_4\text{H}_{10}} \cdot \frac{4\text{mol CO}_2}{1\text{mol C}_4\text{H}_{10}} = 20\text{mols CO}_2 \cdot \text{h}^{-1}$$

24-

$$t = 1 \text{ h} \rightarrow [\text{A}] = 5 - 0,2 \cdot (1) - 0,1 \cdot (1)^2 \rightarrow t = 4,7 \text{ mol/L} \cdot \text{h}$$

$$t = 2 \text{ h} \rightarrow [\text{A}] = 5 - 0,2 \cdot (2) - 0,1 \cdot (2)^2 \rightarrow t = 4,2 \text{ mol/L} \cdot \text{h}$$

$$V_{m(1-2h)} = \frac{-(4,2 - 4,7)}{(2-1)} = 0,5\text{mol/L.h}$$

25-

$$a) \begin{cases} \text{reação I (formação de } 4,5 \text{ volumes (u.a)/9 horas)} \\ \text{reação II (consumo de } (5 - 0,5 = 4,5 \text{ volumes (u.a)/9 horas)} \end{cases}$$

mesma velocidade

b) Mas considerando apenas as 2 horas iniciais, temos

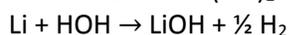
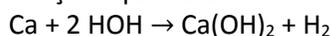
$$v_{m(I)} = + \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2}{2} = 1,0 \text{ u.a volume/h}$$

$$v_{m(II)} = - \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{3}{2} = 1,5 \text{ u.a volume/h}$$

maior velocidade (t = 0 e t = 2 horas) é a reação II.

26- Alternativa C

Reações químicas:



Cálculo do volume de H₂ produzido a partir da mesma massa do metal:

→ para 0,05g de cálcio

$$0,05\text{g Ca} \cdot \frac{1\text{mol Ca}}{40\text{g Ca}} \cdot \frac{1\text{mol H}_2}{1\text{mol Ca}} \cdot \frac{24\text{L H}_2}{1\text{mol H}_2} = 0,03\text{L H}_2$$

→ para 0,05g de lítio

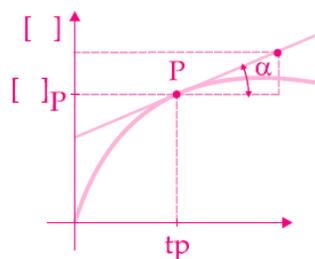
$$0,05\text{g Li} \cdot \frac{1\text{mol Li}}{6,9\text{g Li}} \cdot \frac{0,5\text{mol H}_2}{1\text{mol Li}} \cdot \frac{24\text{L H}_2}{1\text{mol H}_2} = 0,09\text{L H}_2$$

Com isso concluímos que: curva A (maior velocidade média) Lítio, curva B (menor velocidade média) cálcio.

27- Alternativa C

Velocidade instantânea (tempo do ponto P), pegar dois pontos da reta: tangente à curva que passa por P.

$$v = \frac{\Delta []}{\Delta t} = \text{tg } \alpha = \frac{\text{cat. oposto}}{\text{cat. adjacente}} \text{ (triângulo)}$$



Com isso teremos:

$$V_{\text{inst}} = \frac{0,07 - 0,05}{17 - 10} = 2,86 \cdot 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

28- Alternativa A

A substância NO₂ é um reagente pois sua concentração diminui com o decorrer do tempo devido ao seu consumo.

29- Alternativa C

Reação de combustão completa do metano: $\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

$$V_{\text{média}} = \frac{0,25\text{mol}}{5 \text{ min}} = 0,05\text{mol}\cdot\text{min}^{-1}$$

30- Alternativa A

$$\frac{2 \cdot 10^{-4} \text{ mol NH}_3}{\text{L}\cdot\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ mol N}_2}{2 \text{ mol NH}_3} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ mol N}_2 \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$$

31- Alternativa A

$$\frac{4 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}}{20 \text{ min}} \cdot \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \cdot \frac{4 \text{ mol CO}_2}{1 \text{ mol C}_4\text{H}_{10}} = 48 \text{ mols CO}_2 \cdot \text{h}^{-1}$$

32- Alternativa D

Reação ocorrida: $\text{CaCO}_3(\text{s}) + 2 \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\ell) + \text{CO}_2(\text{g})$

I. (F) Após 180 segundos o volume de gás liberado fica constante pois o CaCO_3 foi totalmente consumido (reagente limitante).

II. (V)

III. (F) O gás liberado nessa transformação é o gás carbônico, CO_2 .

IV. (V) Construindo-se um gráfico do volume gasoso liberado em função do tempo, a partir de 3 minutos, a curva obtida apresentará um patamar.

33- 46 (02 + 04 + 08 + 32)

01. (F)

$$V_{\text{m}(0-10\text{min})} = \frac{-(0,5-0,8)}{(10-0)} = 0,03\text{mol/L}\cdot\text{min}$$

$$V_{\text{m}(10-20\text{min})} = \frac{-(0,3-0,5)}{(20-10)} = 0,02\text{mol/L}\cdot\text{min}$$

$$V_{\text{m}(20-30\text{min})} = \frac{-(0,2-0,3)}{(30-20)} = 0,01\text{mol/L}\cdot\text{min}$$

02. (V)

$$V_{\text{m}(20-30\text{min})} = \frac{-(0,2-0,3)}{(30-20)} = 0,01\text{mol/L}\cdot\text{min}$$

$$\frac{0,01 \text{ mol H}_2\text{O}_2}{\text{L}\cdot\text{min}} \cdot \frac{1 \text{ mol O}_2}{2 \text{ mol H}_2\text{O}_2} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol O}_2 \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$$

04. (V) Correto pois o H_2O_2 e o H_2O estão na mesma proporção estequiométrica.

08. (V)

$$V_{\text{reação}} = -\frac{1}{2} \cdot \frac{-0,03}{1 \text{ min}} = 0,015\text{mol/L}\cdot\text{min}$$

16. (F)

$$V_{\text{m}(10-20\text{min})} = \frac{-(0,3-0,5)}{(20-10)} = 0,02\text{mol/L}\cdot\text{min}$$

32. (V)

34-

a)

$$\frac{0,24\text{mol NH}_3}{\text{L}\cdot\text{seg}} \cdot \frac{5\text{mol O}_2}{4\text{mol NH}_3} = 0,3\text{mol O}_2\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{seg}^{-1}$$

b)

$$\frac{0,24\text{mol NH}_3}{\text{L}\cdot\text{seg}} \cdot \frac{6\text{mol H}_2\text{O}}{4\text{mol NH}_3} \cdot \frac{18\text{g H}_2\text{O}}{1\text{mol H}_2\text{O}} = 6,48\text{g H}_2\text{O}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{seg}^{-1}$$

35-

a) $\text{Mg} + \text{S} \rightarrow \text{MgS}$

(redução do S)

b) O silício reage mais rapidamente na segunda etapa do processo, pois é consumido em menor intervalo de tempo.

c)

$$V_{m(8-12\text{min})} = \frac{-(2,0-3,9)}{(12-8)} = 0,475\% \text{C}/\text{min}$$

36- Alternativa C

Equação da reação que ocorre: $\text{H}_2\text{O}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\ell) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$

A partir de 110 minutos (aproximadamente), o volume de oxigênio gasoso permanece constante.

Isso ocorre porque a reação pára de liberar oxigênio, ou seja, a velocidade de decomposição da água oxigenada tende a zero.

37- Alternativa C

Reação química: $\text{N}_2 + 3 \text{H}_2 \rightarrow 2 \text{NH}_3$

$$\frac{12\text{mol N}_2}{120\text{seg}} \cdot \frac{60\text{seg}}{1\text{min}} \cdot \frac{3\text{mol H}_2}{1\text{mol N}_2} = 18\text{mol H}_2\cdot\text{min}^{-1}$$

38- Alternativa A

$$1,5\text{min} \cdot \frac{60\text{seg}}{1\text{min}} \cdot \frac{0,06\text{mol O}_2}{\text{L}\cdot\text{seg}} \cdot \frac{2\text{mol NO}_2}{1\text{mol O}_2} \cdot \frac{46\text{g NO}_2}{1\text{mol NO}_2} = 496,8\text{g NO}_2\cdot\text{L}^{-1}$$

39-

Equação balanceada: $\text{C}_3\text{H}_8(\text{g}) + 5 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 3 \text{CO}_2(\text{g}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\ell)$

Cálculo da quantidade em mol de água produzida em 1h a partir de $5 \cdot 10^{-3}$ mol de C_3H_8 /segundo:

$$1\text{hora} \cdot \frac{3600\text{segundos}}{\text{hora}} \cdot \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{mol C}_3\text{H}_8}{1\text{segundo}} \cdot \frac{4\text{mol H}_2\text{O}}{1\text{mol C}_3\text{H}_8} = 72\text{mols C}_3\text{H}_8$$

40- 01-E; 02-C; 03-E; 04-E.