

ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA C/PE DA CALHETA

Física e Química A – 11.º Ano

Ficha de trabalho de iniciação Q1.2 – n.º 1

Nome: _____ N.º: _____ Turma: _____

Unidade 1: Equilíbrio Químico / 1.2: Equilíbrio químico e extensão das reações químicas

1.2.1. Equilíbrio químico

1.2.2. Diferentes estados de equilíbrio de um sistema reacional

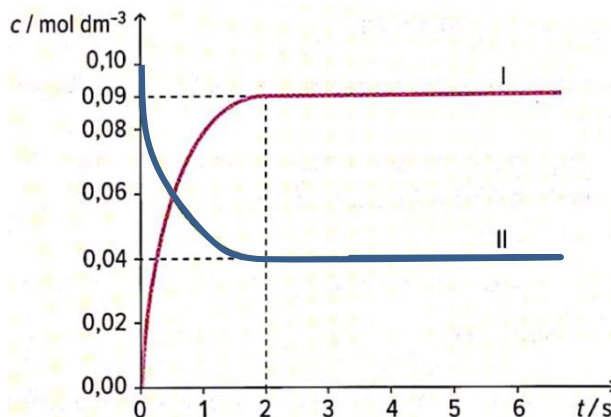
Dados: Consulte as massas atómicas relativas necessárias na Tabela Periódica.

$$V_m(\text{PTN}) = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \mid N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

1. O gráfico seguinte representa a evolução de uma reação química hipotética, na qual o reagente A, no estado gasoso, se transforma no produto da reação B, também no estado gasoso, a uma determinada temperatura.

1.1. Associe corretamente as curvas de variação de concentração ao reagente A e ao produto B.

1.2. Escreva a equação química de equilíbrio correspondente à reação.



1.1. O reagente A é a curva II pois começa com $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ e vai diminuindo conforme reage. O produto B é a curva I pois começa com $0,00 \text{ mol dm}^{-3}$ (O equilíbrio é atingido aos 2 s).

1.2. Para fazer equação química tenho de descobrir os coeficientes estequiométricos, ou seja, a proporção com que reagem. Como temos os dados em concentração vamos considerar que o volume é 1 dm^3

$$\text{Para } V = 1 \text{ dm}^3 \Rightarrow n = c \times V = c \times 1 \Leftrightarrow n = c$$

Reagente A

$$\Delta n = n_{\text{final}} - n_{\text{inicial}} = 0,04 - 0,10 = -0,06 \text{ mol A}$$

(O sinal “-” apenas significa que gastou ou saiu)

Produto B

$$\Delta n = n_{\text{final}} - n_{\text{inicial}} = 0,09 - 0,0 = 0,09 \text{ mol B}$$

Para saber a proporção com que reagem entre si temos de dividir pelo menor.

$$\frac{0,06 \text{ mol}}{0,06 \text{ mol}} = 1$$

$$\frac{0,09 \text{ mol}}{0,06 \text{ mol}} = 1,5$$

$$\frac{0,06 \text{ mol}}{0,06 \text{ mol}} = 1 \times 2 = 2$$

Como deu número decimal vamos multiplicar até chegar ao próximo número inteiro. Assim multiplicando por 2 dá:

$$\frac{0,09 \text{ mol}}{0,06 \text{ mol}} = 1,5 \times 2 = 3$$

R: A equação química é: $2 A (g) \rightleftharpoons 3 B (g)$

2. Selecione a opção correta.

(A) Quando, no equilíbrio químico, as concentrações dos produtos da reação prevalecem sobre as concentrações dos reagentes, a reação inversa é ^{menor} mais extensa que a reação direta. $R \rightleftharpoons P$

(B) Quando um sistema reacional atinge o estado de equilíbrio químico, as concentrações dos produtos da reação são superiores às concentrações dos reagentes. ^{depende de cada reação}

(C) Numa reação química reversível, as reações direta e inversa ^{as vezes} não coexistem. ^{com velocidade igual}

(D) Para um dado sistema reacional em equilíbrio, a extensão da reação direta não depende do intervalo de tempo que o sistema demora a atingir o equilíbrio.

3. Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte.

Uma reação reversível é aquela em que...

(A) Se alcança o equilíbrio químico quase instantaneamente. ^{depende}

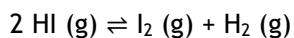
(B) Só se alcança o equilíbrio químico quando se esgota, pelo menos um dos reagentes. ^{não se esgota nenhum reagente}

(C) Uma vez atingido o equilíbrio químico, o valor da concentração dos reagentes e produtos da reação permanece constante.

(D) Quando a concentração dos reagentes no equilíbrio é maior que a dos produtos, a reação direta é a mais extensa.

$R \rightleftharpoons P$ ~~direta~~
inversa.

4. Num recipiente fechado colocam-se, à temperatura T, 256,0 g de iodeto de hidrogénio, HI, ocorrendo a seguinte reação:



Quando se atinge o equilíbrio químico existem 0,20 mol de hidrogénio.

Qual a composição molar da mistura em equilíbrio?

Dado: $M(\text{HI}) = 127,91 \text{ g mol}^{-1}$

Qual a quantidade de HI colocada inicialmente no recipiente:

$$n = \frac{m}{M} = \frac{256,0}{127,91} = 2,00 \text{ mol HI (inicial)}$$

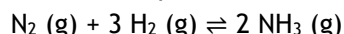
	$2 \text{ HI (g)} \rightleftharpoons \text{I}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$		
n_i/mol	2,00	0	0
$\Delta n/\text{mol}$	$-2x$	$+x$	$+x$
n_{eq}/mol	$2,00 - 2x$	x	x

Sabendo que no equilíbrio $n_{eq}(\text{H}_2) = 0,20 \text{ mol} = x$ conseguimos saber a composição molar de toda a mistura.

	$2 \text{ HI (g)} \rightleftharpoons \text{I}_2 \text{ (g)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$		
n_i/mol	2,00	0	0
$\Delta n/\text{mol}$	$-2x$	$+x$	$+x$
n_{eq}/mol	$2,00 - 2x$ $2,00 - 2 \times 0,20$ $= 1,60 \text{ mol}$	x $= 0,20 \text{ mol}$	x $= 0,20 \text{ mol}$

R: no equilíbrio estão presentes 1,60 mol de HI, 0,20 mol de I_2 e 0,20 mol de H_2 .

5. Num recipiente com 2,0 L de capacidade, encerraram-se 1,00 mol de nitrogénio, N_2 , e 1,00 mol de hidrogénio, H_2 , tendo-se estabelecido o equilíbrio a uma dada temperatura.



Quando se atingiu o equilíbrio tinha-se dissociado 10% do nitrogénio.

5.1. Determine a composição do sistema no equilíbrio, a essa temperatura.

5.2. As concentrações de N_2 , H_2 e NH_3 no equilíbrio são, respetivamente...

(A) $0,45 \text{ mol dm}^{-3}$, $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ e $0,35 \text{ mol dm}^{-3}$.

(B) $0,35 \text{ mol dm}^{-3}$, $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$ e $0,45 \text{ mol dm}^{-3}$.

(C) $0,45 \text{ mol dm}^{-3}$, $0,35 \text{ mol dm}^{-3}$ e $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$.

(D) $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$, $0,35 \text{ mol dm}^{-3}$ e $0,45 \text{ mol dm}^{-3}$.

5.3. Qual é a fração molar do amoníaco no equilíbrio?

5.1.

$V = 2 \text{ dm}^3$	$\text{N}_2 \text{ (g)} + 3 \text{ H}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2 \text{ NH}_3 \text{ (g)}$		
n_i/mol	1,00	1,00	0
$\Delta n/\text{mol}$	$-x$	$-3x$	$+2x$
n_{eq}/mol	$1,00 - x$	$1,00 - 3x$	$2x$

Reagiram 10% de $\text{N}_2 \Rightarrow n(\text{N}_2)_{\text{reagiu}} = 10\% \times 1,00 = 0,10 \times 1,00 = 0,10 \text{ mol de } \text{N}_2 \text{ (reagiu)} = x \text{ que saiu de } \text{N}_2$

$V = 2 \text{ dm}^3$	$\text{N}_2 \text{ (g)} + 3 \text{ H}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2 \text{ NH}_3 \text{ (g)}$		
n_i/mol	1,00	1,00	0
$\Delta n/\text{mol}$	$-x = -0,10$	$-3x$	$+x$
n_{eq}/mol	$1,00 - x$	$1,00 - 3x$	$2x$
R:	$1,00 - 0,10$ $= 0,90 \text{ mol}$	$1,00$ $- 3 \times 0,10$ $= 0,70 \text{ mol}$	$2 \times 0,10$ $= 0,20 \text{ mol}$

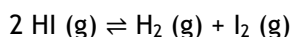
5.2. Opção C.

$V = 2 \text{ dm}^3$	$\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{ H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{ NH}_3 (\text{g})$		
n_{eq}/mol	0,90	0,70	0,20
$c_{\text{eq}} = \frac{n_{\text{eq}}}{V}$	$\frac{0,90 \text{ mol}}{2 \text{ dm}^3} = 0,45 \text{ mol dm}^{-3}$	$\frac{0,70 \text{ mol}}{2 \text{ dm}^3} = 0,35 \text{ mol dm}^{-3}$	$\frac{0,20 \text{ mol}}{2 \text{ dm}^3} = 0,10 \text{ mol dm}^{-3}$

5.3.

$$x_{\text{NH}_3} = \frac{n_{\text{NH}_3}}{n_{\text{N}_2} + n_{\text{H}_2} + n_{\text{NH}_3}} = \frac{0,20}{0,90 + 0,70 + 0,20} = 0,11$$

6. Num vaso reator com 5,0 L de capacidade encerraram-se a uma dada temperatura 2,0 mol de HI (g), ocorrendo a reação seguinte:



Uma vez atingido o equilíbrio verificou-se que se ionizaram 10% de HI.

- 6.1. Determine a composição do sistema reacional no equilíbrio, à temperatura considerada.

- 6.2. Selecione a opção correta.

- (A) A concentração de $\text{H}_2 (\text{g})$ no equilíbrio é $4,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.
 (B) A concentração de HI (g) no equilíbrio é $1,8 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$.
 (C) As concentrações de $\text{H}_2 (\text{g})$ e $\text{I}_2 (\text{g})$ no equilíbrio são iguais e o seu valor é $2,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.
 (D) A concentração de HI (g) no equilíbrio é $4,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$.

- 6.3. Calcule a fração molar de $\text{I}_2 (\text{g})$ no sistema em equilíbrio.

6.1.

$V = 5 \text{ L}$	$2 \text{ HI (g)} \rightleftharpoons \text{H}_2 (\text{g}) + \text{I}_2 (\text{g})$		
$n_{\text{início}} / \text{mol}$	2,0	0	0
$\Delta n / \text{mol}$	$-2x$	$+x$	$+x$
$n_{\text{eq}} / \text{mol}$	$2,0 - 2x$	$+x$	$+x$

O n(HI) que reagiu foi 10% de $n_{\text{inicial}} \Rightarrow 0,10 \times 2,0 = 0,20 \text{ mol}$. Significa que $-2x = -0,20 \Leftrightarrow x = 0,10 \text{ mol}$

No sistema em equilíbrio, a quantidade de HI é:

$$n_{\text{eq}}(\text{HI}) = 2,0 - 2 \times 0,10 = 1,8 \text{ mol}$$

$$n_{\text{eq}}(\text{H}_2) = 0,10 \text{ mol}$$

$$n_{\text{eq}}(\text{I}_2) = 0,10 \text{ mol}$$

6.2.

$$c_{\text{HI}} = \frac{n}{V} = \frac{1,8}{5,0} = 0,36 \text{ mol dm}^{-3}$$

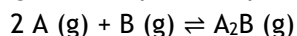
$$c_{\text{H}_2} = \frac{n}{V} = \frac{0,10}{5,0} = 0,020 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$c_{\text{I}_2} = \frac{n}{V} = \frac{0,10}{5,0} = 0,020 \text{ mol dm}^{-3}$$

6.3.

$$x(\text{I}_2) = \frac{n_{\text{I}_2}}{n_{\text{total}}} = \frac{0,10}{1,8 + 0,10 + 0,10} = 0,050$$

7. Encerraram-se num vaso reator 2,0 mol de um componente gasoso A_2B . Este composto, sujeito a aquecimento até 500°C , decompõe-se em A (g) e B (g), segundo o equilíbrio químico seguinte:



Uma vez atingido o equilíbrio verificou-se, experimentalmente, que no vaso reator existia 1,5 mol de B (g).

- 7.1. Determine a composição molar da mistura no equilíbrio.

- 7.2. Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte.

A percentagem de conversão de $\text{A}_2\text{B (g)}$, no sistema em equilíbrio, é...

- (A) 60%
 (B) 65%
 (C) 70%
 (D) 75%

7.1.

	$2 A (g) + B (g) \rightleftharpoons A_2B (g)$		
n_i/mol	0	0	2,0
$\Delta n/mol$	+2x	+x	-x
n_{eq}/mol	2x	x	2,0 - x

Como $x = 1,5$ mol conseguimos saber a composição molar de toda a mistura.

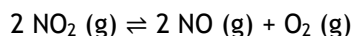
	$2 A (g) + B (g) \rightleftharpoons A_2B (g)$		
n_i/mol	0	0	2,0
$\Delta n/mol$	+2x	+x	-x
n_{eq}/mol	2x	x	2,0 - x
	$2 \times 1,5$ $= 3,0 \text{ mol}$	$x = 1,5$ mol	$2,0 - 1,5$ $= 0,5 \text{ mol}$

7.2.

$$\%(A_2B)_{reagiu} = \frac{n(A_2B)_{reagiu}}{n(A_2B)_{inicial}} \times 100 = \frac{1,5}{2,0} \times 100 = 75\%$$

8. Uma amostra de 2,00 mol de dióxido de nitrogénio é colocada num vaso reator de 80,0 L de capacidade, à temperatura de 200 °C, tendo-se dissociado 6,0%.

A equação que traduz este equilíbrio é:



Relativamente ao estado de equilíbrio, selecione a opção correta.

- (A) As concentrações de NO e de O_2 são iguais.
 (B) A concentração de NO_2 é $2,35 \text{ mol dm}^3$.
 (C) A quantidade química de NO é 0,06 mol.
 (D) A concentração de O_2 é $7,5 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$.

R: Opção D

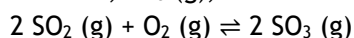
$V = 80,0 \text{ dm}^3$	$2 NO_2 (g) \rightleftharpoons 2 NO (g) + O_2 (g)$		
n_i/mol	2,00	0	0
$\Delta n/mol$	-2x	+2x	+x
n_{eq}/mol	$2,00 - 2x$	2x	x

Como reagiu 6,0% de 2,00 mol

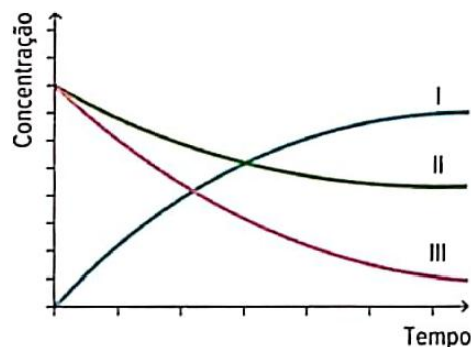
$$\Rightarrow n(NO_2)_{reagiu} = 6\% \times 2,00 = 0,06 \times 2,00 = 0,12 \text{ mol de } NO_2 \text{ (reagiu)} = 2x \text{ que saiu de } NO_2$$

$V = 80,0 \text{ dm}^3$	$2 NO_2 (g) \rightleftharpoons 2 NO (g) + O_2 (g)$		
n_i/mol	2,00	0	0
$\Delta n/mol$	-2x = -0,12 (x = 0,06 mol)	+2x	+x
n_{eq}/mol	$2,00 - 2 \times 0,06$ $= 1,88 \text{ mol}$	$2x = 2 \times 0,06$ $= 0,12 \text{ mol}$	$x = 0,06 \text{ mol}$
$c_{eq}/mol \text{ dm}^{-3}$	$\frac{1,88}{80,0} = 0,0235$	$\frac{0,12}{80,0} = 1,5 \times 10^{-3}$	$\frac{0,06}{80,0} = 7,5 \times 10^{-4}$

9. Uma das reações que está na origem das chuvas ácidas é a reação do dióxido de enxofre, $SO_2 (g)$, com o oxigénio da atmosfera, $O_2 (g)$, originando trióxido de enxofre, $SO_3 (g)$, traduzindo por:



O gráfico seguinte representa uma das possíveis evoluções das concentrações dos componentes da mistura reacional em função do tempo, num recipiente fechado contendo inicialmente uma mistura de $SO_2 (g)$ e $O_2 (g)$.



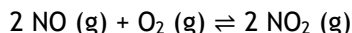
Selecione a opção que contém a sequência que refere a evolução das concentrações de SO_2 (g), O_2 (g) e SO_3 (g), respetivamente.

- (A) III, II e I
- (B) II, III e I
- (C) III, I e II
- (D) II, I e III

R: A opção A.

A curva I corresponde à evolução da concentração de SO_3 (g) (produto da reação), pois no início a sua concentração é nula. As curvas II e III correspondem à evolução das concentrações dos reagentes. De acordo com a estequiometria da reação a variação de SO_2 (g) é dupla da variação de concentração de O_2 (g). As curvas II e III correspondem, respetivamente à evolução da concentração de O_2 (g) e de SO_2 (g).

10. A constante de equilíbrio, K_c , da reação química seguinte é $4,0 \times 10^{13}$, à temperatura de 25°C .



10.1. Na mistura reacional em equilíbrio predominam os reagentes ou o produto da reação?

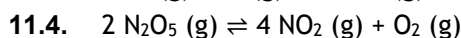
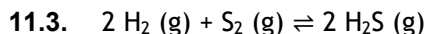
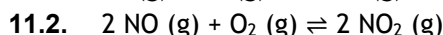
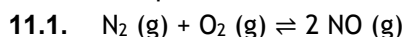
10.2. Se as concentrações de NO e de NO_2 no equilíbrio forem, respetivamente, $2,0 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$ e $1,8 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$, qual é a concentração de O_2 no equilíbrio.

10.1. Como a constante de equilíbrio é muito elevada, a mistura reacional em equilíbrio contém predominantemente, produto da reação.

10.2.

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]_e^2}{[\text{NO}]_e^2 \times [\text{O}_2]_e} \Leftrightarrow 4,0 \times 10^{13} = \frac{(1,8 \times 10^{-2})^2}{(2,0 \times 10^{-6})^2 \times [\text{O}_2]_e} \Leftrightarrow [\text{O}_2]_e = 2,0 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$$

11. Escreva a expressão da constante de equilíbrio, K_c , para as seguintes reações:



11.1.

$$K_c = \frac{[\text{NO}]_e^2}{[\text{N}_2]_e \times [\text{O}_2]_e}$$

11.2.

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]_e^2}{[\text{NO}]_e^2 \times [\text{O}_2]_e}$$

11.3.

$$K_c = \frac{[\text{H}_2\text{S}]_e^2}{[\text{H}_2]_e^2 \times [\text{S}_2]_e}$$

11.4.

$$K_c = \frac{[\text{NO}_2]_e^4 \times [\text{O}_2]_e}{[\text{N}_2\text{O}_5]_e^2}$$

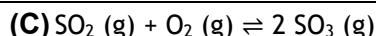
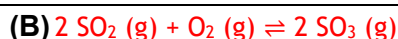
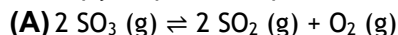
11.5.

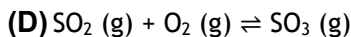
$$K_c = \frac{[\text{POCl}_3]_e^{10}}{[\text{P}_4\text{O}_{10}]_e \times [\text{PCl}_5]_e^6}$$

12. Considere a seguinte expressão da constante de equilíbrio, K_c .

$$K_c = \frac{[\text{SO}_3]_e^2}{[\text{SO}_2]_e^2 \times [\text{O}_2]_e}$$

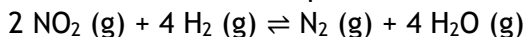
Selecione a opção que corresponde à equação química representada por esta expressão.





R: opção B

13. A equação química seguinte traduz um sistema em equilíbrio:



Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte.

A expressão de K_c para este sistema reacional em equilíbrio é...

(A) $K_c = \frac{2 [\text{NO}_2]_e \times 4 [\text{H}_2]_e}{[\text{N}_2]_e \times 4 [\text{H}_2\text{O}]_e}$

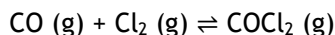
(B) $K_c = \frac{[\text{N}_2]_e \times [\text{H}_2\text{O}]_e}{[\text{NO}_2]_e^2 \times [\text{H}_2]_e}$

(C) $K_c = \frac{[\text{N}_2]_e \times [\text{H}_2\text{O}]_e^4}{[\text{NO}_2]_e^2 \times [\text{H}_2]_e^4}$

(D) $K_c = \frac{[\text{NO}_2]_e \times [\text{H}_2]_e^4}{[\text{N}_2]_e \times 4 [\text{H}_2\text{O}]_e^4}$

R: opção C

14. Um recipiente de $2,00 \text{ dm}^3$ de capacidade contém, a 395°C , uma mistura em equilíbrio, de acordo com a equação seguinte:



As quantidades presentes no equilíbrio, a essa temperatura, são $1,20 \times 10^{-2} \text{ mol}$ de CO e $2,50 \times 10^{-2} \text{ mol}$ de Cl_2 .

A constante de equilíbrio a 395°C é $1,23 \times 10^3$. Que quantidade de COCl_2 está presente no equilíbrio?

$V = 2,00 \text{ dm}^3$	CO (g)	+	Cl ₂ (g)	$\rightleftharpoons$	COCl ₂ (g)
n_{eq}/mol	$1,20 \times 10^{-2} \text{ mol}$		$2,50 \times 10^{-2} \text{ mol}$		?
$c_{eq}/\text{mol dm}^{-3}$	$\frac{1,20 \times 10^{-2}}{2,00} = 6,00 \times 10^{-3}$		$\frac{2,50 \times 10^{-2}}{2,00} = 1,25 \times 10^{-2}$		?

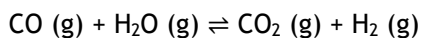
$$K_c = \frac{[\text{COCl}_2]_e}{[\text{CO}]_e \times [\text{Cl}_2]_e} \Leftrightarrow 1,23 \times 10^3 = \frac{[\text{COCl}_2]_e}{(6,00 \times 10^{-3}) \times (1,25 \times 10^{-2})} \Leftrightarrow$$

$$[\text{COCl}_2]_e = 1,23 \times 10^3 \times 6,00 \times 10^{-3} \times 1,25 \times 10^{-2} \Leftrightarrow [\text{COCl}_2]_e = 9,22 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

Determinação da quantidade de COCl_2 :

$$n = c \times V = 9,22 \times 10^{-2} \times 2,00 = 0,184 \text{ mol}$$

15. A reação química entre o monóxido de carbono e o vapor de água pode ser traduzida pela seguinte equação química:



Num reator com a capacidade de $50,0 \text{ L}$ introduziu-se, a uma determinada temperatura, $1,0 \text{ mol}$ de CO.

No equilíbrio, verificou-se que a concentração de CO_2 é $8,6 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$.

Sabendo que a constante de equilíbrio é $0,58$, determine a concentração de vapor de água presente no equilíbrio.

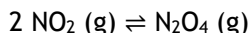
Qual o $n(\text{CO}_2)$ em equilíbrio? $n(\text{CO}_2) = c \times V = 8,6 \times 10^{-3} \times 50,0 = 0,43 \text{ mol}$

$V = 50,0 \text{ dm}^3$	CO (g)	+	H ₂ O (g)	$\rightleftharpoons$	CO ₂ (g)	+	H ₂ (g)
n_i/mol	1,00		$n(\text{H}_2\text{O})_i$		0		0
$\Delta n/\text{mol}$	-x		-x		+x		+x
n_{eq}/mol	$1,00 - x$ $= 1,00 - 0,43$ $= 0,57 \text{ mol}$		$n(\text{H}_2\text{O})_e$		$x = 0,43 \text{ mol}$		x $= 0,43 \text{ mol}$
$c_{eq}/\text{mol dm}^{-3}$	$\frac{0,57}{50,0} = 0,0114$		$[\text{H}_2\text{O}]_e$		$\frac{0,43}{50,0} = 8,6 \times 10^{-3}$		$\frac{0,43}{50,0} = 8,6 \times 10^{-3}$

$$K_c = \frac{[CO_2]_e \times [H_2]_e}{[CO]_e \times [H_2O]_e} \Leftrightarrow 0,58 = \frac{(8,6 \times 10^{-3})(8,6 \times 10^{-3})}{(0,0114) \times [H_2O]_e}$$

$$\Leftrightarrow [H_2O]_e = 0,0112 \text{ mol dm}^{-3}$$

16. Num recipiente de 500 mL de capacidade, a uma dada temperatura, introduz-se NO_2 , com a concentração $2,30 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$. Até atingir o equilíbrio dissociam-se 5% de reagente. A equação que traduz esta reação é:



Determine o valor da constante de equilíbrio, à temperatura considerada.

Qual o $n(NO_2)$ inicial? $n(NO_2)_i = c \times V = 2,30 \times 10^{-2} \times 0,500 = 0,0115 \text{ mol}$

Qual o $n(NO_2)$ que reagiu? $n(NO_2)_{reagiu} = 5\% n_{inicial} = 0,05 \times 0,0115 \text{ mol} = 5,75 \times 10^{-4} \text{ mol} = 2x$

$V = 50,0 \text{ dm}^3$	$2 NO_2 (g)$	$\rightleftharpoons$	$N_2O_4 (g)$
n_i / mol	0,0115		0
$\Delta n / \text{mol}$	$-2x =$ $= 5,75 \times 10^{-4}$		$+x$
n_{eq} / mol	$0,0115 - 2x$ $= 0,0115 - 5,75 \times 10^{-4}$ $= 0,0109$		x $= 2,875 \times 10^{-4}$
$c_{eq} / \text{mol dm}^{-3}$	$\frac{0,0109}{0,500} = 0,0219$		$\frac{2,875 \times 10^{-4}}{0,500} = 5,75 \times 10^{-4}$

$$-2x = -5,75 \times 10^{-4}$$

$$\Leftrightarrow x = 2,875 \times 10^{-4} \text{ mol}$$

$$K_c = \frac{[N_2O_4]_e}{[NO_2]_e^2} \Leftrightarrow K_c = \frac{5,75 \times 10^{-4}}{(0,0219)^2} = 1,20$$

17. Selecione a opção correta.

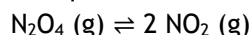
(A) Quanto mais extensa for uma reação química, maior é a sua constante de equilíbrio, K_c .

(B) Uma reação muito rápida é também muito extensa.

(C) O valor de K_c é igual para dois sistemas diferentes em equilíbrio, à mesma temperatura.

(D) A constante de equilíbrio, K_c , é independente da temperatura.

18. Num recipiente de $1,0 \text{ dm}^3$ de capacidade são introduzidos $5,0 \text{ mol}$ de $N_2O_4 (g)$ que se transformam, em parte, em $NO_2 (g)$. A equação química que traduz este equilíbrio é:



Uma vez atingido o equilíbrio, permanecem no sistema $1,3 \text{ mol}$ de reagente.

18.1. Qual a quantidade química de reagente que reagiu?

18.2. Determine a constante de equilíbrio, K_c , à temperatura da experiência.

18.3. Calcule a percentagem de reagente que se dissociou.

18.4. Esboce um gráfico que expresse o modo como variam as concentrações, em função do tempo.

18.1. Se no equilíbrio se encontra $1,3 \text{ mol}$ de reagente (N_2O_4) é porque reagiram:

$$5,0 \text{ mol} - 1,3 \text{ mol} = 3,7 \text{ mol que reagiram}$$

18.2.

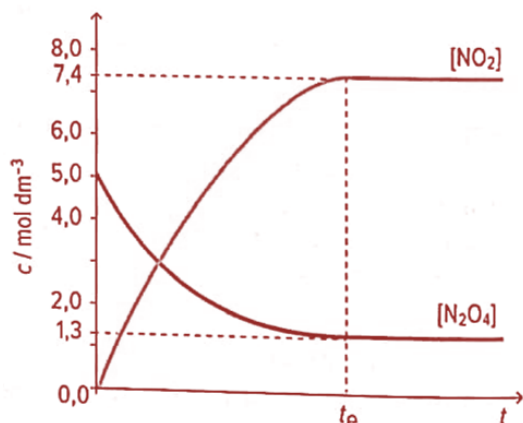
$V = 1,0 \text{ dm}^3$	$N_2O_4 (g)$	$\rightleftharpoons$	$2 NO_2 (g)$
n_i / mol	5,0		0
$\Delta n / \text{mol}$	$-x$		$+2x$
n_{eq} / mol	$5,0 - x = 1,3$ $(x = 5,0 - 1,3 = 3,7 \text{ mol})$		$2x$ $2x = 2 \times 3,7 = 7,4 \text{ mol}$
$c_{eq} / \text{mol dm}^{-3}$	$\frac{1,3}{1,0} = 1,3 \text{ mol dm}^{-3}$		$\frac{7,4}{1,0} = 7,4 \text{ mol dm}^{-3}$

$$K_c = \frac{[NO_2]_e^2}{[N_2O_4]_e} \Leftrightarrow K_c = \frac{7,4^2}{1,3} = 42$$

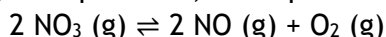
18.3.

$$\%(N_2O_4)_{dissociado} = \frac{n(N_2O_4)_{reagiu}}{n(N_2O_4)_{inicial}} \times 100 = \frac{3,7}{5,0} \times 100 = 74\%$$

18.4.

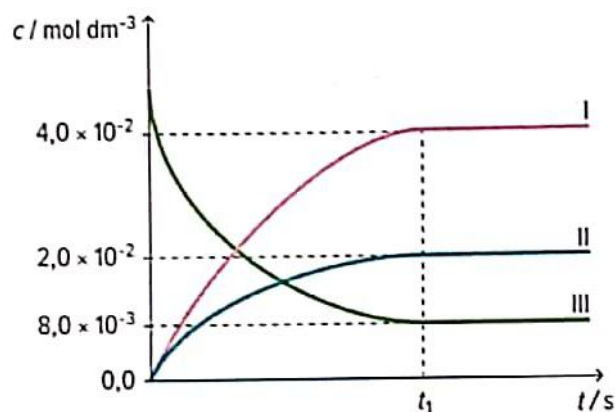


19. Num vaso reator, que inicialmente contém só NO_2 (g), ocorre o seguinte processo, a temperatura constante.



As concentrações dos componentes do sistema reacional foram sendo medidas, ao longo do tempo, tendo sido traçado o gráfico seguinte, com os dados recolhidos.

- 19.1. Associe as curvas I, II e III aos componentes do sistema reacional.
 19.2. O que ocorreu no instante t_1 ?
 19.3. Determine a constante de equilíbrio, K_c , para esta reação de equilíbrio.



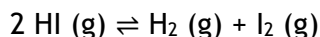
19.1. I – NO; II – O₂; III – NO₂

19.2. É atingido o equilíbrio químico, pois a partir deste instante as concentrações passam a ser constantes.

19.3.

$$K_c = \frac{[NO]_e^2 \times [O_2]_e}{[NO_3]_e^2} = \frac{(4,0 \times 10^{-2})^2 \times (2,0 \times 10^{-2})}{(8,0 \times 10^{-3})^2} = 0,5$$

20. 64,0 g de HI (g) sofrem decomposição, a temperatura constante, num recipiente fechado com 2,0 L de capacidade.



Estabelecido o equilíbrio, verifica-se a presença de 12,8 g de HI (g) no sistema reacional.

- 20.1. Calcule a percentagem de reagente que não sofreu dissociação.
 20.2. Determine a constante de equilíbrio, K_c .

20.1.

$$n(HI)_{inicial} = \frac{m}{M(HI)} = \frac{64,0}{127,91} = 0,500 \text{ mol}$$

$$n(HI)_{eq} = \frac{m}{M(HI)} = \frac{12,8}{127,91} = 0,100 \text{ mol}$$

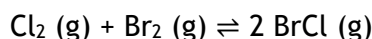
$V = 2,0 \text{ dm}^3$	$2 \text{ HI (g)} \rightleftharpoons \text{H}_2 \text{ (g)} + \text{I}_2 \text{ (g)}$		
n_i/mol	0,500	0	0
$\Delta n/\text{mol}$	$-2x$	$+x$	$+x$
n_{eq}/mol	$0,500 - 2x = 0,100$ $(x = \frac{0,500 - 0,100}{2} = 0,200)$	x $x = 0,200$	x $x = 0,200$

$$\%(HI)_{\text{n\~ao reagiu(foi em eq.)}} = \frac{n(HI)_{\text{n\~ao reagiu}}}{n(HI)_{\text{inicial}}} \times 100 = \frac{0,100}{0,500} \times 100 = 20\%$$

20.2.

$$K_c = \frac{[H_2]_e \times [I_2]_e}{[HI]_e^2} = \frac{\left(\frac{0,200}{2,0}\right) \times \left(\frac{0,200}{2,0}\right)}{\left(\frac{0,100}{2,0}\right)^2} = 4,0$$

21. O cloro e o bromo reagem para formar cloreto de bromo gasoso. A constante de equilíbrio para a síntese do cloreto de bromo, à temperatura de 500 K, é $3,1 \times 10^{-2}$ e a equação química que traduz este equilíbrio é:



Sabendo que no início apenas foi adicionado cloreto de bromo e, uma vez atingido o equilíbrio, a concentração de BrCl é de $1,4 \text{ mol dm}^{-3}$. Determine a concentração de $\text{Cl}_2 \text{ (g)}$ e $\text{Br}_2 \text{ (g)}$ no equilíbrio.

	(como foi adicionado BrCl a reação evolui no sentido inverso)		
	$\text{Cl}_2 \text{ (g)} + \text{Br}_2 \text{ (g)} \rightleftharpoons 2 \text{ BrCl (g)}$		
n_i/mol	0	0	?
$\Delta n/\text{mol}$	$+x$	$+x$	$-2x$
n_{eq}/mol	x	x	$? - 2x$
$c_{eq}/\text{mol dm}^{-3}$	x'	x'	$1,4 \text{ mol dm}^{-3}$

$$K_c = \frac{[\text{BrCl}]_e^2}{[\text{Cl}_2]_e \times [\text{Br}_2]_e} \Leftrightarrow 3,1 \times 10^{-2} = \frac{(1,4)^2}{x' \times x'} \Leftrightarrow x'^2 = \frac{1,4^2}{3,1 \times 10^{-2}}$$

$$x' = \sqrt{\frac{1,4^2}{3,1 \times 10^{-2}}} = 8,0 \text{ mol dm}^{-3} = [\text{Cl}_2]_e = [\text{Br}_2]_e$$