

ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA C/PE DA CALHETA

Física e Química A – 11.º Ano

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

Nome: _____ N.º: _____ Turma: _____

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

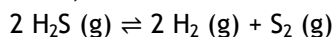
1.2.3. Quociente da reação

1.2.4. Alteração do estado de equilíbrio de um sistema reacional

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

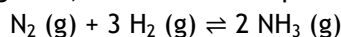
$$V_m(\text{PTN}) = 22,4 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \quad | \quad N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

1. Considere o seguinte sistema, com $K_c = 2,4 \times 10^{-4}$, a 1100°C :



Num recipiente com $2,0 \text{ dm}^3$ de capacidade, a 1100°C , existem $0,80 \text{ mol}$ de H_2S , $0,040 \text{ mol}$ de H_2 e $0,10 \text{ mol}$ de S_2 . Verifique se o sistema está em equilíbrio e, caso não esteja, indique o sentido em que o sistema irá evoluir.

2. A constante de equilíbrio para a reação seguinte, a uma dada temperatura, é $4,0$.

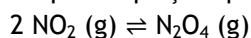


Num recipiente fechado, com $2,00 \text{ L}$ de volume, introduziram-se, a essa temperatura, $1,00 \text{ mol}$ de N_2 , $1,00 \text{ mol}$ de H_2 e $3,00 \text{ mol}$ de NH_3 .

- 2.1. O sistema está em equilíbrio? Justifique.

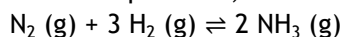
- 2.2. Se no equilíbrio, a quantidade de NH_3 for de $2,70 \text{ mol}$, quais serão as quantidades das restantes espécies químicas presentes no equilíbrio?

3. A constante de equilíbrio, K_c , da reação traduzida pela equação química, a 418 K é $0,32$.



Num vaso reator de $2,0 \text{ L}$ de capacidade, colocaram-se $0,50 \text{ mol}$ de NO_2 e $0,30 \text{ mol}$ de N_2O_4 . Nestas condições, o sistema químico estará em equilíbrio?

4. Num recipiente fechado de capacidade $5,0 \text{ dm}^3$, uma mistura constituída por $1,0 \text{ mol}$ de $\text{H}_2 (\text{g})$, $2,5 \text{ mol}$ de $\text{N}_2 (\text{g})$ e $2,0 \text{ mol}$ de $\text{NH}_3 (\text{g})$ encontra-se a 500°C . A essa temperatura, a constante de equilíbrio da reação traduzida por:



é $K_c = 0,30$. Selecione a opção correta.

- (A) As concentrações de $\text{N}_2 (\text{g})$, $\text{H}_2 (\text{g})$ e $\text{NH}_3 (\text{g})$ presentes na mistura são respetivamente $0,200 \text{ mol dm}^{-3}$, $0,500 \text{ mol dm}^{-3}$ e $0,400 \text{ mol dm}^{-3}$.
- (B) O valor de Q_c é $0,20$.
- (C) Como $Q_c < K_c$, o sistema reacional evolui no sentido da reação direta, com o consequente aumento da concentração de $\text{NH}_3 (\text{g})$.
- (D) Como $Q_c > K_c$, o sistema reacional evolui no sentido da reação inversa, com a consequente diminuição da concentração de $\text{NH}_3 (\text{g})$.

5. Num dado instante, introduziram-se num vaso reator de $1,00 \text{ L}$, a 24°C , $4,50 \times 10^{-2} \text{ mol}$ de $\text{NOBr} (\text{g})$, $1,05 \times 10^{-2} \text{ mol}$ de $\text{NO} (\text{g})$ e $1,00 \times 10^{-2} \text{ mol}$ de $\text{Br} (\text{g})$. A esta temperatura, K_c é $3,07 \times 10^{-4}$. A equação química que traduz o equilíbrio é a seguinte:



Selecione a opção correta.

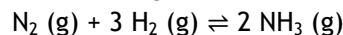
- (A) O sistema reacional evolui no sentido da reação inversa.
- (B) O sistema reacional evolui no sentido da reação direta.
- (C) O sistema reacional está em equilíbrio.
- (D) A concentração de $\text{NOBr} (\text{g})$ diminui até se atingir o equilíbrio.

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

Num sistema reacional com componentes gasosos, em equilíbrio...

- (A) Se a pressão aumentar o sistema vai evoluir no sentido da reação que faz aumentar o número de moléculas de componentes gasosos.
- (B) Se a concentração de um produto da reação diminuir o sistema vai evoluir no sentido da reação inversa, de modo a diminuir a concentração dos produtos da reação
- (C) Se a temperatura aumentar, o sistema reacional vai evoluir no sentido da reação endotérmica.
- (D) Se a temperatura diminuir, o sistema reacional vai evoluir no sentido da reação endotérmica.

7. A reação exotérmica para a síntese do amoníaco é a seguinte:



Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte.

As condições de temperatura e pressão que otimizam o rendimento da reação química são...

- (A) Baixa temperatura e baixa pressão.
- (B) Baixa temperatura e alta pressão.
- (C) Alta temperatura e alta pressão.
- (D) Alta temperatura e baixa pressão.

8. A reação de síntese do amoníaco é traduzida por: $\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3 (\text{g})$; $\Delta H < 0$

Esta reação apresenta, a 350 °C, um valor para a constante de equilíbrio, K_c , igual a $2,37 \times 10^{-3}$. Num determinado estado de equilíbrio, à temperatura referida, as concentrações são: 0,683 mol dm⁻³ de N₂, 8,80 mol dm⁻³ de H₂ e 1,05 mol dm⁻³ de NH₃.

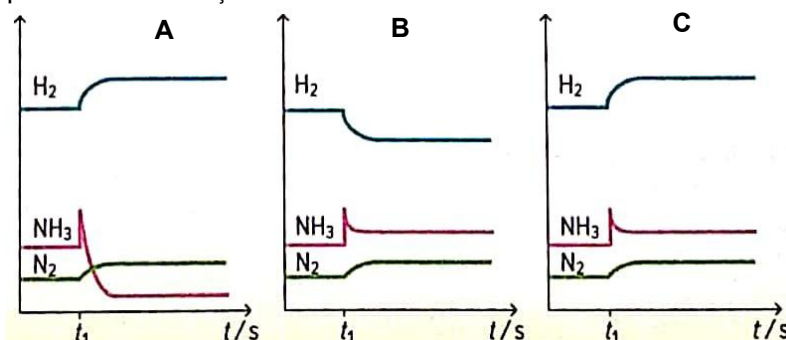
8.1. Refira o que acontece à produção de amoníaco, naquelas condições, quando:

- 8.1.1. Aumenta a concentração de N₂ (g);
- 8.1.2. Diminui o volume do sistema;
- 8.1.3. Aumenta a temperatura;
- 8.1.4. Se introduz um catalisador.

8.2. Verifique se o sistema reacional está em equilíbrio.

8.3. Considere que num dado instante t_1 se aumentou a concentração de amoníaco para 3,0 mol dm⁻³, à mesma temperatura. Indique em que sentido evolui o sistema reacional até atingir um novo estado de equilíbrio. Justifique a sua resposta através do valor do quociente da reação, Q_c .

8.4. Escolha o gráfico que traduz a situação referida em 8.3.

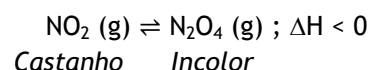


8.5. À temperatura T_1 , as concentrações no equilíbrio para o mesmo sistema são: 0,800 mol dm⁻³ de N₂, 0,808 mol dm⁻³ de H₂ e 9,18 mol dm⁻³ de NH₃.

8.5.1. Calcule a constante de equilíbrio, K_c , nestas condições.

8.5.2. Indique, justificando, se a temperatura T_1 é superior ou inferior a 350 °C.

9. Num recipiente fechado de capacidade 1,0 dm³ são colocadas 2,0 mol de NO₂. O sistema atingiu o equilíbrio, à temperatura de 25 °C, quando se formaram 0,50 mol de N₂O₄, de acordo com a equação seguinte:

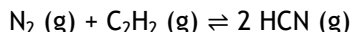


9.1. Calcule o valor da constante de equilíbrio à temperatura de 25 °C.

9.2. Selecione a opção correta.

- (A) Aquecendo a mistura reacional, a cor intensifica-se.
- (B) Duplicando o volume, a concentração de N₂O₄ (g) aumenta.
- (C) Removendo uma pequena quantidade de NO₂ (g), K_c aumenta.
- (D) Elevando a pressão do sistema pela injeção de um gás nobre, a extensão da reação aumenta.

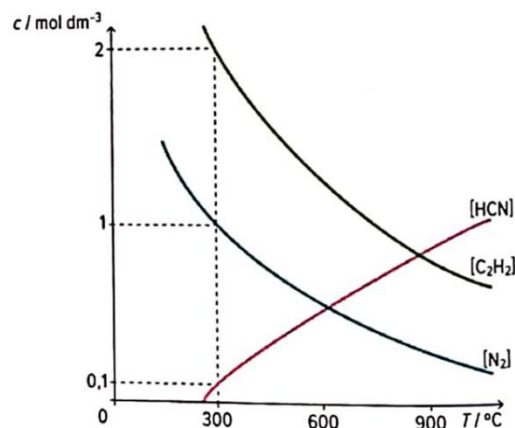
10. Um método de produção de cianeto de hidrogénio consiste em fazer reagir, sob determinadas condições, o nitrogénio, N_2 , com o etino, C_2H_2 , em fase gasosa, de acordo com a equação:



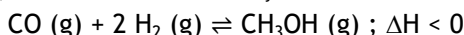
Considere o diagrama seguinte.

- 10.1. Determine a constante de equilíbrio, K_c , da reação de síntese de HCN (g) à temperatura de 300 °C

- 10.2. Explique por que a razão a reação de síntese de HCN (g) é endotérmica.



11. O metanol, CH_3OH , é um combustível alternativo que pode ser produzido, em condições adequadas, de acordo com a reação:

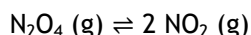


Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte.

Para aumentar o rendimento na produção de metanol, é necessário...

- (A) Diminuir a temperatura e aumentar a pressão sobre o sistema.
 (B) Aumentar a temperatura e a pressão sobre o sistema.
 (C) Diminuir a temperatura e a pressão sobre o sistema.
 (D) Aumentar a temperatura e diminuir a pressão sobre o sistema.

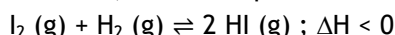
12. Num cilindro com pistão móvel, provido de torneira, estabeleceu-se o equilíbrio seguinte, mantendo-se a temperatura constante.



Selecione a opção correta.

- (A) Reduzir o volume, por deslocamento do pistão fará com que haja menor produção de $NO_2(g)$ dentro do cilindro.
 (B) Introduzir mais $NO_2(g)$ dentro do cilindro pela torneira, mantendo o pistão fixo, fará com que haja maior produção de $NO_2(g)$ no cilindro.
 (C) Introduzir mais $N_2O_4(g)$ dentro do cilindro pela torneira, mantendo o pistão fixo, acarretará um deslocamento do sistema no sentido inverso, até o equilíbrio ser restabelecido.
 (D) Aumentar o volume, por deslocamento do pistão, acarretará um deslocamento do sistema no sentido inverso, até ao equilíbrio.

13. O iodeto de hidrogénio pode ser obtido por síntese, traduzida por:

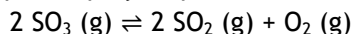


Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte.

O rendimento de obtenção de HI (g) aumenta quando...

- (A) Se aumenta a pressão do sistema reacional.
 (B) Se diminui a temperatura.
 (C) Se adiciona uma pequena quantidade de iodo sólido que não se vaporiza.
 (D) Se utiliza um vaso reator de capacidade dupla.

14. Considere o equilíbrio químico traduzido pela equação química:



cujas constantes de equilíbrio é $4,12 \times 10^{-3}$, a 1000 K.

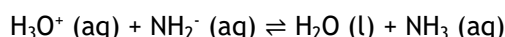
- 14.1. Calcule o valor do quociente da reação relativo às seguintes concentrações iniciais:

$$[SO_3] = 2,0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}; [SO_2] = 5,0 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}; [O_2] = 3,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$$

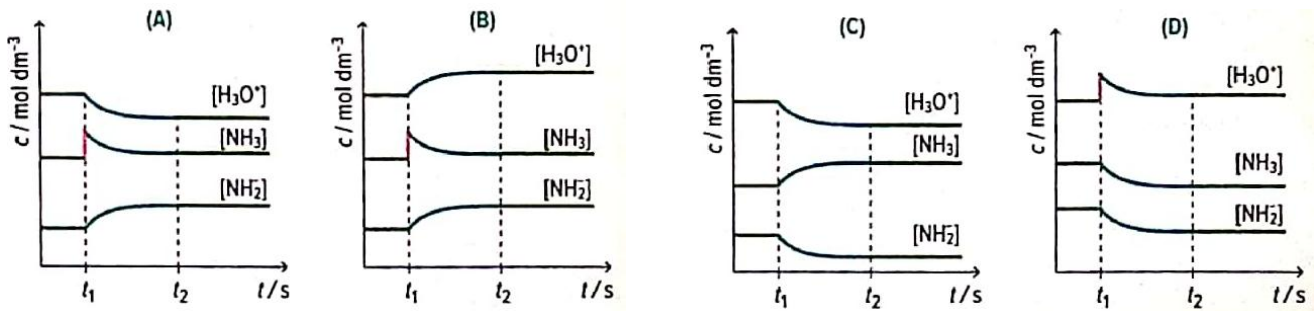
- 14.2. Preveja o sentido em que a reação progride até atingir um novo estado de equilíbrio, a 1000 K, e justifique a sua opção.

- 14.3. O aumento de pressão sobre o sistema reacional em equilíbrio, mantendo-se constante a temperatura, favorece a transformação de SO_3 em SO_2 ou de SO_2 em SO_3 ? Justifique.

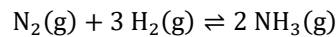
15. Considere o equilíbrio seguinte:



Em relação a este equilíbrio, qual é o gráfico que traduz corretamente a variação das concentrações ao longo do tempo, quando se adiciona $NH_3(aq)$? Justifique.

**Exame 2025 F2**

16. A síntese de Haber-Bosch é um processo industrial de produção de amoníaco, $\text{NH}_3(\text{g})$, a partir de dinitrogénio, $\text{N}_2(\text{g})$, e di-hidrogénio, $\text{H}_2(\text{g})$. Esta reação pode ser traduzida por:



Com o objetivo de maximizar a produção de $\text{NH}_3(\text{g})$, a reação foi estudada em diferentes condições de pressão e de temperatura.

A tabela apresenta a fração molar do $\text{NH}_3(\text{g})$, em equilíbrio, em determinadas condições de pressão e de temperatura.

Temperatura / °C	10 atm	100 atm	1000 atm
400	0,04	0,25	0,80
500	0,01	0,11	0,57
600	0,005	0,05	0,31

- 16.1. A quantidade de $\text{NH}_3(\text{g})$, em equilíbrio, é maximizada quando se utiliza

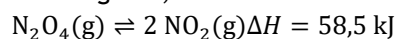
- (A) maior pressão e maior temperatura.
 (B) maior pressão e menor temperatura.
 (C) menor pressão e menor temperatura.
 (D) menor pressão e maior temperatura.

- 16.2. Num reator indeformável, no qual se criou previamente o vácuo, colocaram-se 0,880 mol de cada um dos reagentes. Quando o equilíbrio foi atingido, existiam no reator 0,616 mol de $\text{H}_2(\text{g})$.

Conclua, considerando os dados da tabela, quais as condições de pressão e de temperatura em que foi realizada a experiência. Apresente todos os cálculos efetuados.

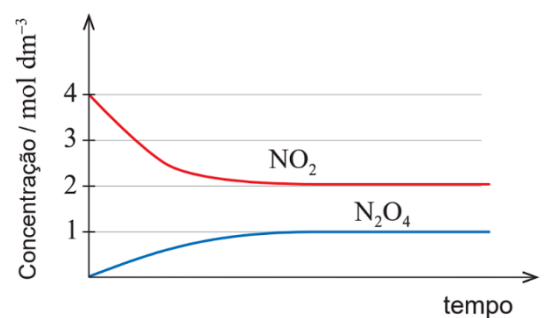
Exame Nacional de 2022 F2

17. Considere o equilíbrio químico entre o tetróxido de dinitrogénio, N_2O_4 , e o dióxido de nitrogénio, NO_2 .

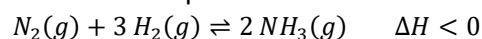


À temperatura de 25 °C, a constante de equilíbrio, K_c , é $4,63 \times 10^{-3}$. Noutro reator, foi introduzido NO_2 . A figura mostra as variações das concentrações, em mol dm^{-3} , de $\text{NO}_2(\text{g})$ e de $\text{N}_2\text{O}_4(\text{g})$ até o equilíbrio ser atingido, à temperatura T.

Conclua, justificando, se a temperatura T é maior, menor ou igual a 25 °C.

**Exame 2019 F1**

18. A reação de síntese do amoníaco pode ser traduzida por:



Considere um sistema fechado onde se encontram, em equilíbrio, as espécies envolvidas na reação considerada.

Na figura, apresentam-se os esboços dos gráficos da quantidade de equilíbrio, n , de uma daquelas espécies, em função da pressão, P , para duas temperaturas, T_A e T_B .

Conclua qual das temperaturas, T_A ou T_B , é menor, começando por verificar se a espécie a que o gráfico se refere é um reagente ou um produto da reação.

Apresente, num texto estruturado e com linguagem científica adequada, a fundamentação da conclusão solicitada.

