

NOME: _____ N.º: _____ TURMA: _____ DATA: _____

Equilíbrio químico e extensão das reações químicas

- 1** Muitos aromatizantes e flavorizantes, usados em doces, são produzidos por meio de reações de esterificação. Nas reações de esterificação um ácido carboxílico reage com um álcool e produz um éster e água. Quando essa reação é realizada em sistema fechado, tende a ocorrer também no sentido inverso. Isso significa que a água reage com o éster e regenera o ácido carboxílico e o álcool, atingindo o equilíbrio químico.

A reação para a produção do acetato de etilo ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$), que apresenta flavor a maçã, à temperatura de 25°C , tem uma constante de equilíbrio igual a 4,0 e pode ser traduzida pela seguinte equação:

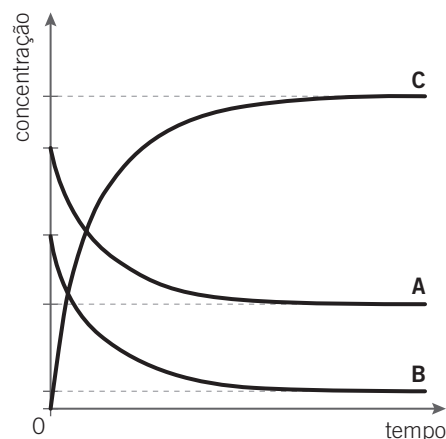


- 1.1** Determine o quociente da reação quando estão presentes no vaso reacional 0,8 mol de acetato de etilo, 0,8 mol de água, 2,2 mol de etanol e 0,6 mol de ácido acético.
- 1.2** Verifique se o sistema está em equilíbrio e, caso não esteja, refira, justificando, em que sentido evolui.
- 1.3** Determine a composição do sistema no instante em que se atinge o equilíbrio à temperatura de 25°C .

- 2** Observe o gráfico, que traduz a evolução da concentração, ao longo do tempo, das espécies A, B e C, que intervêm numa reação química em fase gasosa, à temperatura T .

Na tabela seguinte, estão registadas as concentrações de equilíbrio das espécies A, B e C, relativamente a um estado de equilíbrio do sistema químico, à temperatura T .

ESPÉCIE	CONCENTRAÇÃO DE EQUILÍBRIO/mol dm ⁻³
A	0,144
B	0,0238
C	0,432



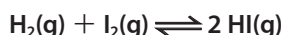
- 2.1** Determine a constante de equilíbrio, K_c , da reação considerada, à temperatura T . Apresente todas as etapas de resolução.

2.2 Considere que a reação de formação da espécie C é uma reação exotérmica.

Conclua, justificando, como variará a constante de equilíbrio, K_c , da reação considerada se a temperatura aumentar.

Adaptado do Exame Nacional de Física e Química A de 11.º ano — 1.ª fase, 2013

3 O iodo gasoso reage com o hidrogénio gasoso para formar iodeto de hidrogénio (HI). Este método de preparação do HI é geralmente utilizado para gerar amostras de alto grau de pureza.



A 425 °C, a constante de equilíbrio é igual a 54,8.

Numa câmara de 10,0 dm³ de capacidade, introduziram-se 1,5 mol de hidrogénio e 1,5 mol de iodo a 425 °C.

3.1 Selecione a opção correta.

As concentrações dos reagentes e produto, quando se estabelecer o equilíbrio, são:

☐ (A) $[\text{I}_2] = [\text{H}_2] = 0,023 \text{ mol dm}^{-3}$; $[\text{HI}] = 0,023 \text{ mol dm}^{-3}$

☐ (B) $[\text{I}_2] = [\text{H}_2] = 0,236 \text{ mol dm}^{-3}$; $[\text{HI}] = 0,236 \text{ mol dm}^{-3}$

☐ (C) $[\text{I}_2] = [\text{H}_2] = 0,032 \text{ mol dm}^{-3}$; $[\text{HI}] = 0,236 \text{ mol dm}^{-3}$

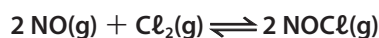
☐ (D) $[\text{I}_2] = [\text{H}_2] = 0,023 \text{ mol dm}^{-3}$; $[\text{HI}] = 0,236 \text{ mol dm}^{-3}$

3.2 Refira, justificando, qual é o efeito provocado no equilíbrio pela adição de HI ao sistema.

3.3 Se se adicionasse, ao sistema em equilíbrio a 425 °C, HI do exterior de modo que a sua concentração aumentasse momentaneamente para 0,350 mol dm⁻³, quais seriam as novas concentrações de todas as espécies presentes no equilíbrio?

4 O cloreto de nitrosilo (NOCl) desempenha um papel importante em sínteses orgânicas, sobretudo como intermediário na produção de caprolactama utilizada para a produção de fibras de *nylon* para têxteis, tapetes, etc.

A reação de formação de NOCl é traduzida pela seguinte equação química:



A constante de equilíbrio à temperatura de 35 °C é $6,5 \times 10^4$.

Suponha que num recipiente com a capacidade de 1,00 dm³ estão presentes 2,00 mol de NO, 0,83 mol de Cl₂ e 6,0 mol de NOCl a 35 °C.

4.1 Refira, justificando, se o sistema se encontra em equilíbrio.

4.2 Caso não esteja em equilíbrio preveja, justificando, em que sentido evoluirá o sistema.

4.3 Preveja qual é o efeito no sistema em equilíbrio quando do exterior se adiciona cloro gasoso.

5 O tetróxido de nitrogénio utilizado nos propulsores de foguetes é um líquido vermelho-acastanhado com um forte odor químico desagradável constituído por uma mistura de equilíbrio de NO_2 de cor castanha (dióxido de nitrogénio) e de N_2O_4 (tetróxido de nitrogénio) incolor. A reação endotérmica em equilíbrio é traduzida por:



5.1 Em cada um dos casos seguintes, selecione a opção que completa corretamente a frase.

a) Se se reduzir para metade o volume do recipiente que contém a mistura em equilíbrio, ...

- ☐ (A) ... nada acontece.
- ☐ (B) ... a cor da mistura intensifica-se.
- ☐ (C) ... a cor da mistura torna-se menos intensa.
- ☐ (D) ... a concentração de NO_2 aumenta.

b) Se do exterior se adicionar NO_2 , de cor castanha, ao sistema em equilíbrio, a cor da mistura...

- ☐ (A) ... intensifica-se.
- ☐ (B) ... fica mais clara.
- ☐ (C) ... não se altera.
- ☐ (D) ... torna-se acastanhada devido ao aumento da concentração de NO_2 .

c) Aumentando a temperatura, o sistema evolui de modo que...

- ☐ (A) ... a cor da mistura torna-se mais castanha.
- ☐ (B) ... a cor da mistura fica mais clara.
- ☐ (C) ... a concentração de NO_2 diminui.
- ☐ (D) ... a concentração de N_2O_4 mantém-se.

- 6** A síntese do amoníaco através do processo de Haber-Bosch revelou-se um dos passos importantes da Humanidade na garantia da sua sobrevivência, pois proporcionou a produção de fertilizantes nitrogenados que vieram a contribuir para a produtividade agrícola dos solos.

A reação de síntese do amoníaco é traduzida por:



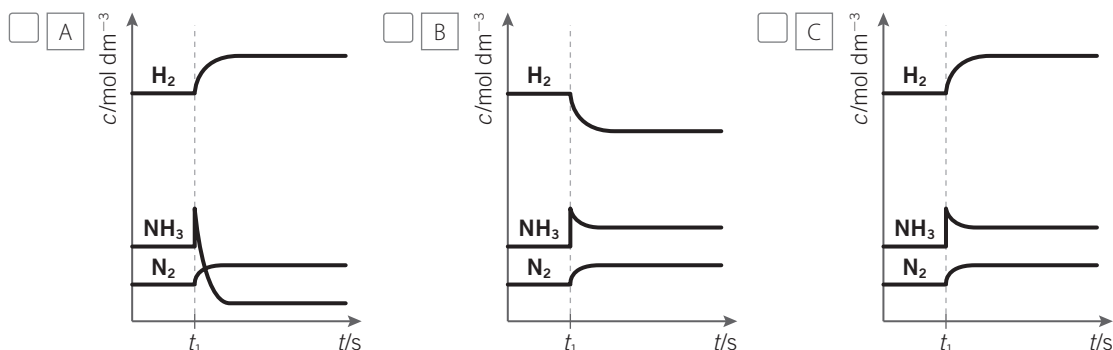
À temperatura de 623 K (a constante de equilíbrio, K_c , tem o valor de $2,37 \times 10^{-3}$) foi retirada e analisada uma amostra, tendo-se verificado as seguintes concentrações para as espécies presentes no equilíbrio:

$$[\text{N}_2] = 0,68 \text{ mol dm}^{-3}; [\text{H}_2] = 8,80 \text{ mol dm}^{-3}; [\text{NH}_3] = 1,05 \text{ mol dm}^{-3}$$

- 6.1** Considere que, no instante t_1 , a concentração de NH_3 foi aumentada para $2,00 \text{ mol dm}^{-3}$, mantendo-se a temperatura constante.

Refira, justificando, em que sentido evolui o sistema até atingir novo estado de equilíbrio.

- 6.2** Analise os gráficos A, B e C da figura seguinte e identifique o gráfico que pode descrever a situação apresentada na questão anterior.



- 6.3** A uma temperatura T foi recolhida e analisada uma amostra do sistema em equilíbrio tendo-se verificado que:

$$[\text{N}_2] = 0,810 \text{ mol dm}^{-3}; [\text{H}_2] = 9,18 \text{ mol dm}^{-3}; [\text{NH}_3] = 0,800 \text{ mol dm}^{-3}$$

Calcule o valor da constante de equilíbrio, K_c , e preveja, justificando, se a temperatura T é superior ou inferior a 623 K.

- 6.4** Selecione a opção que completa o sentido do texto.

A reação de síntese do amoníaco é muito lenta. Haber e Bosh conseguiram aumentar a velocidade dessa reação através de...

- ☐ (A) ... aumento de pressão do sistema. ☐ (C) ... uso de catalisador.
☐ (B) ... aumento de volume do vaso reator. ☐ (D) ... aumento da temperatura do sistema.

Adaptado de Exame Nacional de Química do 12.º ano