

GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 40

FÍSICA E QUÍMICA A 11.º ANO

Tema 3: Equilíbrio químico

Subtema 2: Estado de equilíbrio e extensão das reações químicas



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

Equilíbrio em reações incompletas

Já pensaste porque é que algumas reações químicas nunca terminam completamente? No teu corpo, processos como o transporte de oxigénio, a regulação do pH sanguíneo ou a digestão dependem de equilíbrios químicos dinâmicos. Compreender o equilíbrio químico permite interpretar gráficos e prever a evolução dos sistemas ao longo do tempo. Neste guião vais explorar este conceito e aplicá-lo na análise de gráficos de concentração e de velocidade, bem como na resolução de problemas.



O QUE VOU APRENDER?

- Aplicar, na resolução de problemas, o conceito de equilíbrio químico em sistemas homogéneos, incluindo a análise de gráficos, a escrita de expressões matemáticas que traduzam a constante de equilíbrio e a relação entre a constante de equilíbrio e a extensão de uma reação, explicando as estratégias de resolução.
- Relacionar as constantes de equilíbrio das reações direta e inversa.
- Prever o sentido da evolução de um sistema químico homogéneo quando o estado de equilíbrio é perturbado (variações de pressão em sistemas gasosos, de temperatura e de concentração), com base no Princípio de Le Châtelier.
- Prever o sentido da evolução de um sistema químico homogéneo por comparação entre o quociente da reação e a constante de equilíbrio.
- Investigar, experimentalmente, alterações de equilíbrios químicos em sistemas aquosos por variação da concentração de reagentes e produtos, formulando hipóteses, avaliando procedimentos e comunicando os resultados.
- Aplicar o Princípio de Le Châtelier à síntese do amoníaco e a outros processos industriais e justificar aspetos de compromisso relacionados com temperatura, pressão e uso de catalisadores.



COMO VOU APRENDER?

GTA 40: Equilíbrio em reações incompletas

GTA 41: Extensão das reações químicas

GTA 42: Fatores que alteram o equilíbrio químico

GTA 43: Variação de temperatura e otimização

GTA 44: Efeito da concentração no equilíbrio químico

Tema 3: Equilíbrio químico**Subtema 2: Estado de equilíbrio e extensão das reações químicas****GTA 40: Equilíbrio em reações incompletas****Objetivos:**

- Aplicar, na resolução de problemas, o conceito de equilíbrio químico em sistemas homogéneos, incluindo a análise de gráficos.

Recursos e materiais: manual de Química, caderno diário, calculadora e internet.

TAREFA 1: Explorar o equilíbrio

Assiste ao vídeo [If molecules were people...](#)
- [George Zaidan e Charles Morton](#)



O vídeo mostra que as reações químicas ocorrem quando as moléculas colidem, mas apenas se tiverem a orientação correta e energia suficiente. Durante essas colisões, as moléculas podem juntar-se, separar-se ou trocar partes. Muitas reações são reversíveis, ocorrendo nos dois sentidos. Inicialmente predomina a reação direta, mas a reação inversa vai aumentando. Quando as velocidades das duas reações se tornam iguais, atinge-se o equilíbrio químico, em que as quantidades se mantêm constantes apesar de as reações continuarem.

Após veres o vídeo, **responde** no teu caderno:

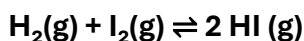
- O vídeo utiliza uma metáfora para descrever o comportamento das moléculas. O que representa, nessa analogia, o estado de equilíbrio químico?
- Porque se diz que o equilíbrio químico é um equilíbrio dinâmico e não estático?
- Num sistema em equilíbrio químico, os reagentes são completamente consumidos? **Justifica** a tua resposta.



TAREFA 2: O conceito de equilíbrio químico

Antes de continuares, **consulta** o teu manual, **procura** e **analisa** informação sobre reações incompletas, reações reversíveis e equilíbrio químico.

A reação de formação do iodeto de hidrogénio é descrita por:



Com base na informação do manual, **responde** no caderno:

- **Explica** o que significa a seta dupla (\rightleftharpoons).
- **Indica** por que razão se diz que esta reação é **incompleta**.
- **Indica** o que acontece às quantidades de reagentes e produtos quando o sistema atinge o equilíbrio químico.

TAREFA 3: Análise de gráficos

Etapa 1: Concentração

1. Consulta o teu manual e esboça no teu caderno um exemplo de gráfico de concentração em função do tempo.

2. Descreve como varia, ao longo do tempo:

- a concentração dos reagentes;
- a concentração dos produtos.

3. Explica como identificar, num gráfico, o instante em que o sistema atinge o equilíbrio químico e **indica** o que acontece às concentrações após o sistema atingir o equilíbrio.

Etapa 2: Velocidade

1. Consulta o teu manual e esboça no teu caderno um exemplo de gráfico de velocidade da reação em função do tempo.

2. Descreve como varia ao longo do tempo:

- a velocidade da reação direta;
- a velocidade da reação inversa.

3. Indica o que acontece às velocidades quando o sistema atinge o equilíbrio.



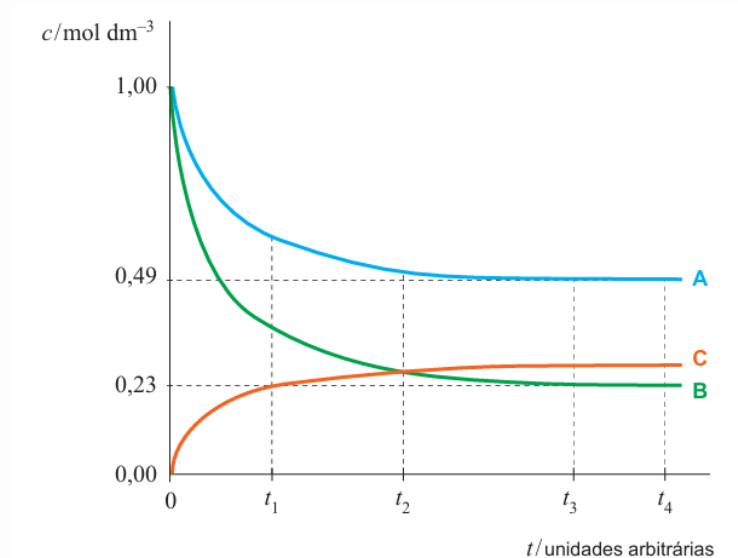
TAREFA 4: Avalia os teus conhecimentos

Etapa 1:

Exercício 1.

As curvas representadas no gráfico da Figura 1 traduzem a concentração, c , ao longo do tempo, t , das espécies A, B e C que intervêm numa reação química em fase gasosa. O sistema químico atinge um estado de equilíbrio a uma temperatura T .

Figura 1.



1.1. Indica em que proporção reagem entre si as espécies A e B?

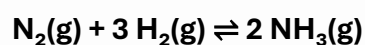
1.2. Indica qual é o instante a partir do qual se pode considerar que o sistema químico atinge um estado de equilíbrio?

1.3. Indica, justificando, se o equilíbrio representado é homogéneo ou heterogéneo.

(Adaptado de Exame Final Nacional de Física e Química A, 1.ª fase, 2012, Grupo III.)

Exercício 2.

A reação de síntese do amoníaco pode ser traduzida por:



Considera que se introduziu, num reator com a capacidade de 1,00L, uma mistura de nitrogénio, hidrogénio e amoníaco, em fase gasosa, em diferentes concentrações. O gráfico da Figura 2 representa a evolução, ao longo do tempo, t , das concentrações, c , dessas substâncias, à temperatura T .



TAREFA 4: Avalia os teus conhecimentos (continuação)

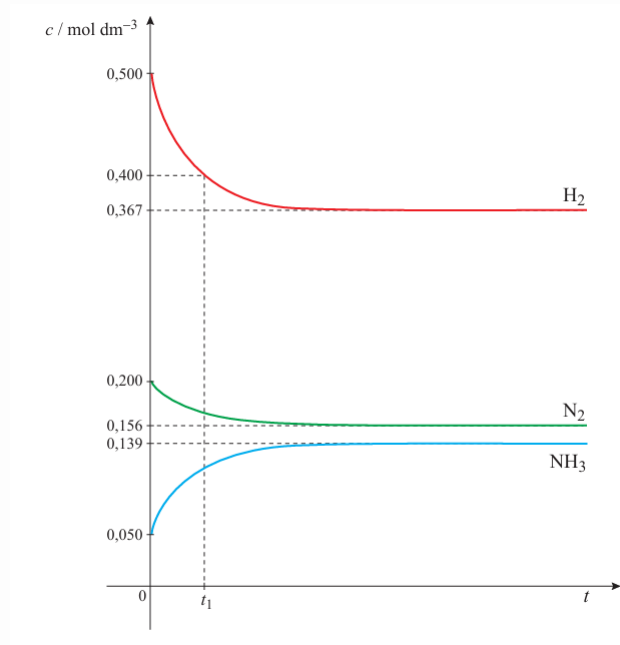


Figura 2.

2.1. Indica quais das curvas representam reagentes e qual representa o produto. Justifica com base no comportamento das curvas.

2.2. Indica, justificando, se este equilíbrio é homogéneo ou heterogéneo.

(Adaptado de Exame Final Nacional de Física e Química A, 1.ª fase, 2014, Grupo VI.)

Etapa 2:

Resolve os exercícios propostos no teu manual sobre equilíbrio químico em sistemas homogéneos.

Compara as tuas respostas com as soluções e com as respostas dos teus colegas.

Regista dúvidas e **revê** os conceitos, se necessário.

Estuda com um colega.



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 1

- **O vídeo utiliza uma metáfora para descrever o comportamento das moléculas. O que representa, nessa analogia, o estado de equilíbrio químico?**

Na analogia do vídeo, o estado de equilíbrio químico corresponde a uma situação em que o número de pessoas (moléculas) que sai de um grupo é igual ao número que entra, apesar de continuarem a ocorrer trocas. Isto significa que, no equilíbrio, as quantidades de reagentes e produtos permanecem constantes ao longo do tempo.

- **Porque se diz que o equilíbrio químico é um equilíbrio dinâmico e não estático?**

Diz-se que o equilíbrio químico é dinâmico porque as reações direta e inversa continuam a ocorrer simultaneamente. Não é estático, pois há transformações ao nível microscópico, embora macroscopicamente não se observem alterações.

- **Num sistema em equilíbrio químico, os reagentes são completamente consumidos? Justifica a tua resposta.**

Não, os reagentes não são completamente consumidos. Num sistema em equilíbrio químico, coexistem reagentes e produtos, mantendo-se as suas concentrações constantes ao longo do tempo.

TAREFA 2:

- **Explica o que significa a seta dupla (\rightleftharpoons).**

A seta dupla (\rightleftharpoons) numa equação química indica que a reação é reversível, ou seja, pode ocorrer nos dois sentidos: no sentido direto, formando produtos, e no sentido inverso, formando reagentes.

- **Indica por que razão se diz que esta reação é incompleta.**

A reação é considerada incompleta porque os reagentes não são totalmente consumidos. Ao fim de algum tempo, coexistem no sistema tanto reagentes como produtos.

- **Indica o que acontece às quantidades de reagentes e produtos quando o sistema atinge o equilíbrio químico.**

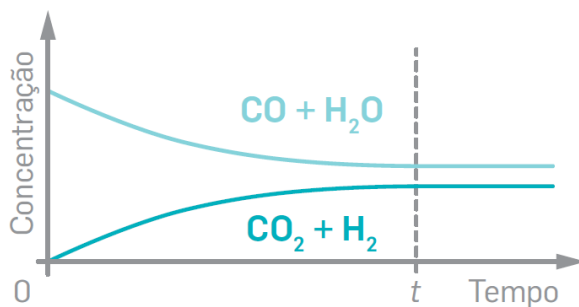
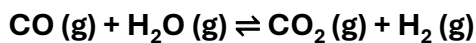
Quando o sistema atinge o equilíbrio químico, as quantidades de reagentes e de produtos permanecem constantes ao longo do tempo.



TAREFA 3:

Etapa 1: Concentração

1. Consulta o teu manual e esboça no teu caderno um exemplo de gráfico de concentração em função do tempo;



2. Descreve como varia, ao longo do tempo:

- a concentração dos reagentes;
- a concentração dos produtos.

O gráfico anterior mostra como variam as concentrações de reagentes, CO e H₂O, e produtos, CO₂ e H₂, até se atingir um estado de equilíbrio.

Considerando um exemplo em que as concentrações iguais de reagentes são iguais verifica-se:

- uma diminuição gradual das concentrações dos reagentes e, em simultâneo, um aumento gradual das concentrações dos produtos da reação;
- que as alterações das concentrações (diminuição nos reagentes e aumento nos produtos) se tornam cada vez menos acentuadas;

3. Explica como identificar, num gráfico, o instante em que o sistema atinge o equilíbrio químico e indica o que acontece às concentrações após o sistema atingir o equilíbrio.

O instante em que o sistema atinge o equilíbrio químico (instante t) corresponde ao momento em que as concentrações dos reagentes e dos produtos deixam de variar, tornando-se constantes ao longo do tempo.



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 3: (continuação)

Etapa 2: Velocidade

1. Consulta o teu manual e esboça no teu caderno um exemplo de gráfico de velocidade da reação em função do tempo.

O gráfico mostra como variam as velocidades da reação direta e inversa, até se atingir um estado de equilíbrio.



2. Descreve como varia:

- a velocidade da reação direta;
 - a velocidade da reação inversa.
-
- a velocidade da reação direta vai diminuindo progressivamente;
 - a velocidade da reação inversa aumenta progressivamente;

3. Indica o que acontece às velocidades quando o sistema atinge o equilíbrio.

A partir de um determinado instante (instante t), as velocidades das reações direta e inversa tornam-se iguais.

TAREFA 4

Exercício 1.

1.1. Indica em que proporção reagem entre si as espécies A e B?

$$\Delta c_A = 0,49 - 1,00 = -0,51 \text{ mol dm}^{-3}$$
$$\Delta c_B = 0,23 - 1,00 = -0,77 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$\frac{|\Delta c_B|}{|\Delta c_A|} = \frac{0,77}{0,51} = 1,5 = \frac{3}{2}$$

3 mol de B : 2 mol de A



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 4

(continuação)

1.2. Indica qual é o instante a partir do qual se pode considerar que o sistema químico atinge um estado de equilíbrio?

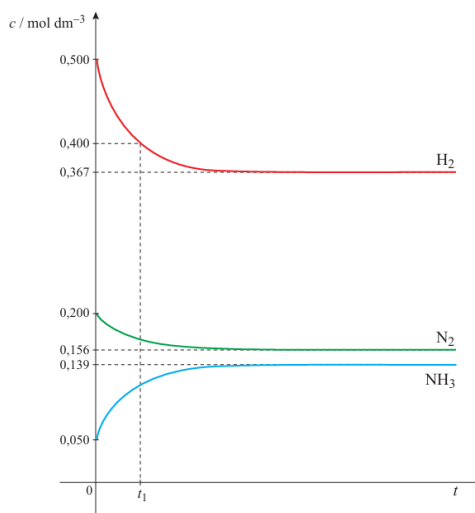
O instante do equilíbrio é aquele a partir do qual as curvas de concentração ficam horizontais (inclinação zero) — as concentrações deixam de variar. Ou seja, neste caso é o instante t_3 .

1.3. Indica, justificando, se o equilíbrio representado é homogéneo ou heterogéneo.

Corresponde a um equilíbrio homogéneo, uma vez que todos os componentes se encontram em fase gasosa.

Exercício 2.

Figura 2.



2.1. Indica quais das curvas representam reagentes e qual representa o produto. Justifica com base no comportamento das curvas.

As curvas que apresentam uma diminuição da concentração ao longo do tempo correspondem aos reagentes, enquanto a curva que apresenta um aumento da concentração corresponde ao produto.

Isto acontece porque os reagentes são consumidos durante a reação, diminuindo a sua concentração, enquanto o produto é formado, aumentando a sua concentração até se atingir o equilíbrio.

2.2. Indica, justificando, se este equilíbrio é homogéneo ou heterogéneo.

Trata-se de um equilíbrio homogéneo, uma vez que todos os componentes do sistema N_2 , H_2 e NH_3 encontram-se na mesma fase (fase gasosa). Não há distinção de fases no sistema.



O QUE APRENDI?

Já sabes aplicar o conceito de equilíbrio químico na interpretação de gráficos e na resolução de problemas?

És capaz de...

- identificar, num gráfico, o instante em que o sistema atinge o equilíbrio químico?
- descrever a variação das concentrações de reagentes e produtos ao longo do tempo?
- interpretar a evolução das velocidades das reações direta e inversa?
- explicar por que o equilíbrio químico é dinâmico?
- relacionar novos conceitos com anteriores?
- perceber quando precisas de ajuda e pedir orientação?

Sugestões:

Analisa as propostas de resolução dos exercícios. Se necessário, **repete** as tarefas.

Estuda com um ou mais colegas de turma, para reforçares as aprendizagens e, se possível, esclarece as tuas dúvidas.

Pratica, resolvendo os exercícios do teu manual escolar.



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Assiste à videoaula [Reações incompletas e equilíbrio químico | Estudo Autónomo](#)



Explora outros recursos:

[Reações Reversíveis - Termodinâmica | Temperatura | Calor - Simulações Interativas PhET](#)



[What Is Dynamic Equilibrium? | Reactions | Chemistry | FuseSchool](#)



[What Are Reversible Reactions? | Reactions | Chemistry | FuseSchool](#)

