

Equilíbrio químico



Essencial

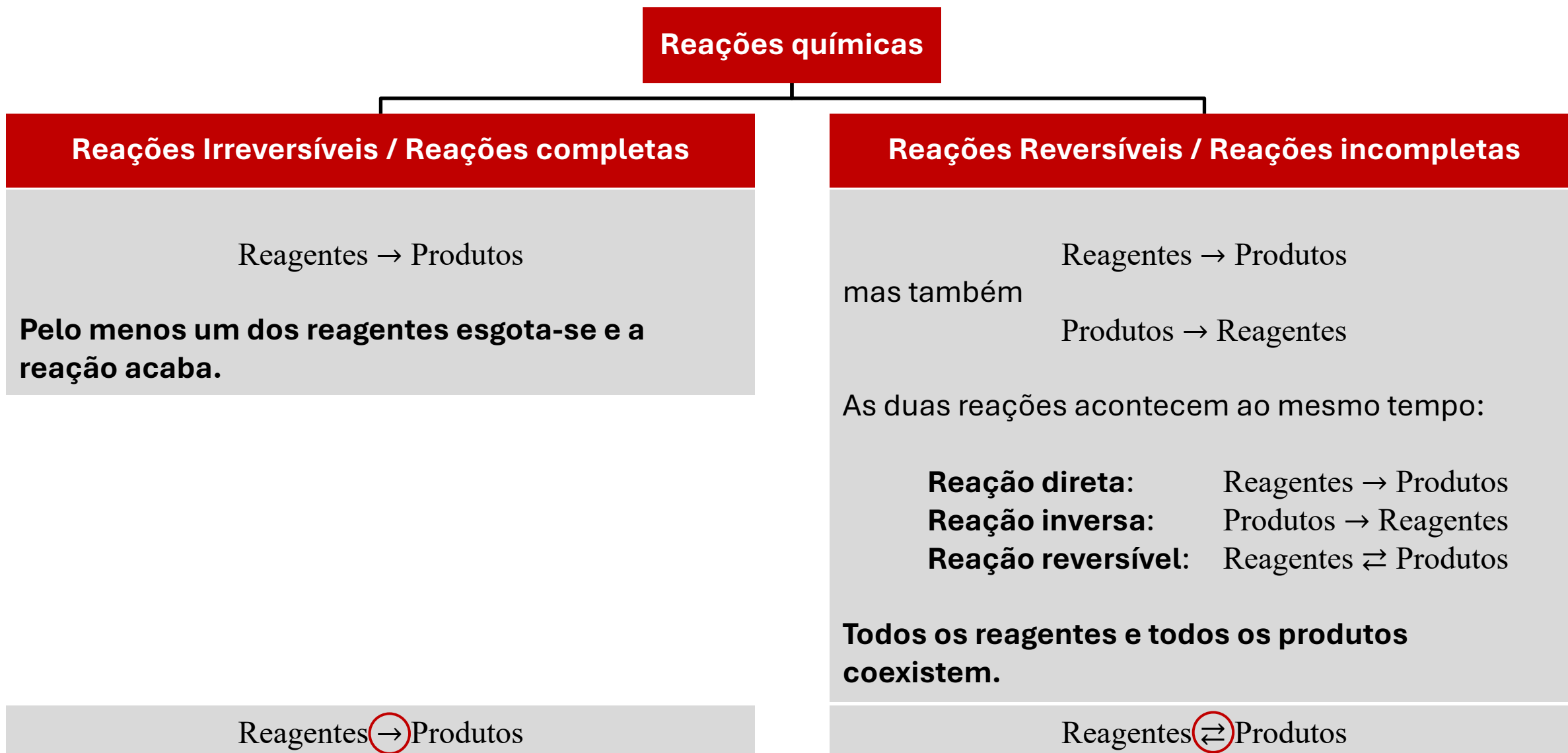
- Aplicar, na resolução de problemas, o conceito de equilíbrio químico em sistemas homogêneos, incluindo a análise de gráficos, a escrita de expressões matemáticas que traduzam a constante de equilíbrio e a relação entre a constante de equilíbrio e a extensão de uma reação, explicando as estratégias de resolução.

Palavras-chave

- Reação reversível.
- Reação direta.
- Reação inversa.
- Equilíbrio químico.
- Constante de equilíbrio.

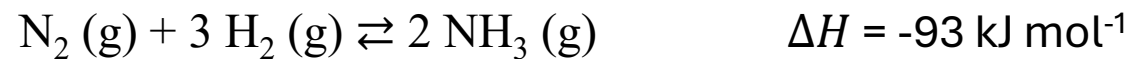


Reversibilidade das reações químicas

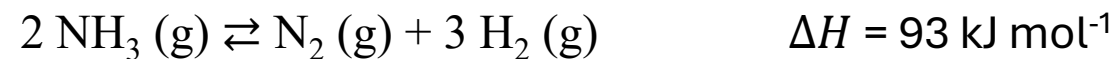


Reversibilidade das reações químicas

A síntese do amoníaco é um exemplo de uma **reação reversível**:



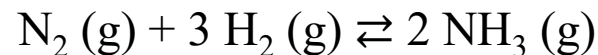
ou



(Quando se muda o modo como se escreve a reação, altera-se o sinal de ΔH da reação)

Equilíbrio químico como exemplo de um equilíbrio dinâmico

Numa reação química reversível, é atingido um **estado de equilíbrio**:



Em termos de concentração de substâncias vs tempo

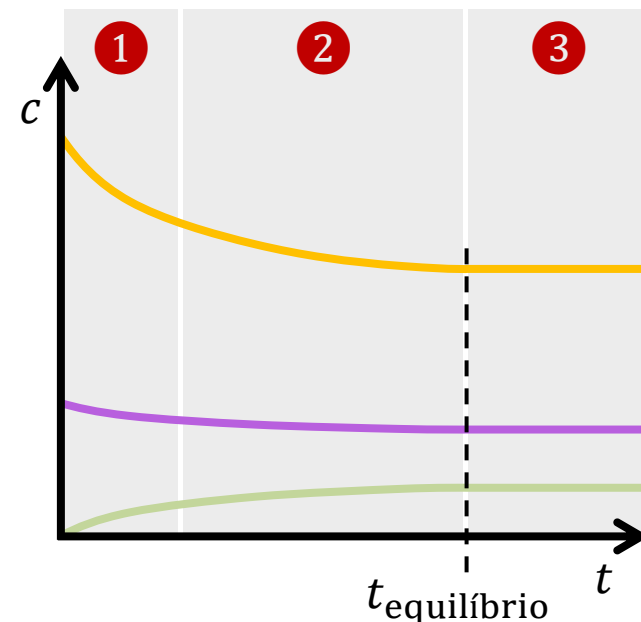
① Início da **reação direta**, com a **formação de produtos**.

Curvas descendentes de reagentes [■ ■];
Curvas ascendentes de produtos [■].

② Com o aparecimento de produtos inicia-se a **reação inversa** em que há a **formação de reagentes**.

As curvas diminuem a sua variação ao longo do tempo.

③ As curvas deixam de variar ao longo do tempo, atingindo-se o **estado de equilíbrio**.



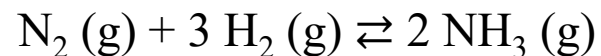
di-hidrogénio (reagente)

dinitrogénio (reagente)

amoníaco (produto)

Equilíbrio químico como exemplo de um equilíbrio dinâmico

Numa reação química reversível, é atingido um **estado de equilíbrio**:



Em termos de velocidades das reações vs tempo

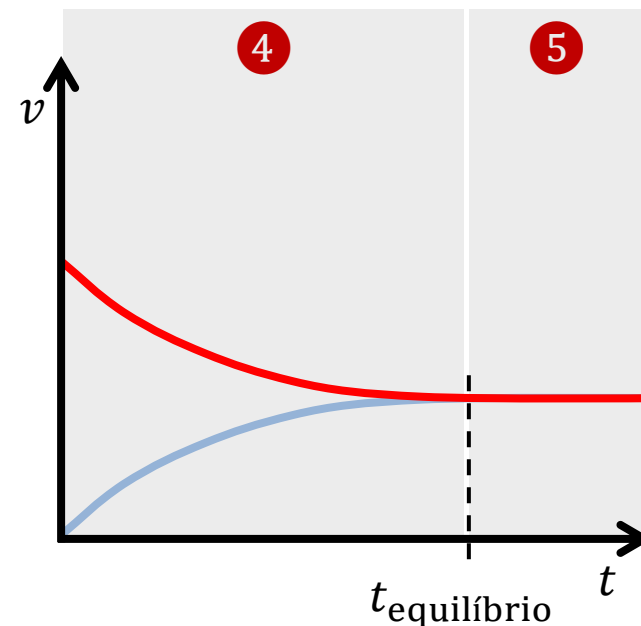
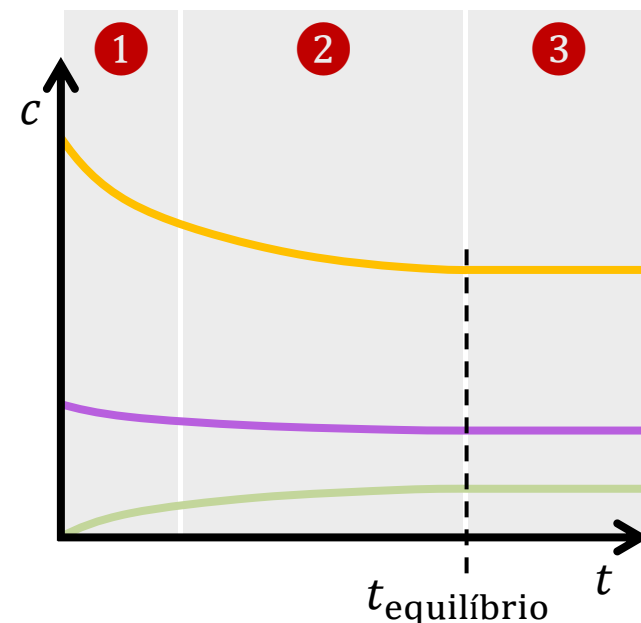
4 A **velocidade da reação direta** [■] **vai diminuindo** à medida que a quantidade de reagentes vai diminuindo e a **velocidade da reação inversa** [■] **vai aumentando**, à medida que a quantidade de produtos vai aumentando.

5 As **velocidades das duas reação igualam-se**, atingindo o **equilíbrio** – as propriedades macroscópicas mantêm-se. É um equilíbrio dinâmico porque **as reações continuam a acontecer**.

Um **equilíbrio químico é dinâmico**, pelo que

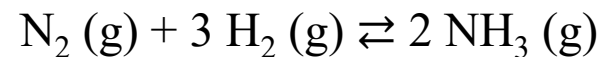
As reações direta e inversa continuam a ocorrer, mas
Não há alteração macroscópica de propriedades*!

* Cor, pressão, volume, concentração, temperatura.

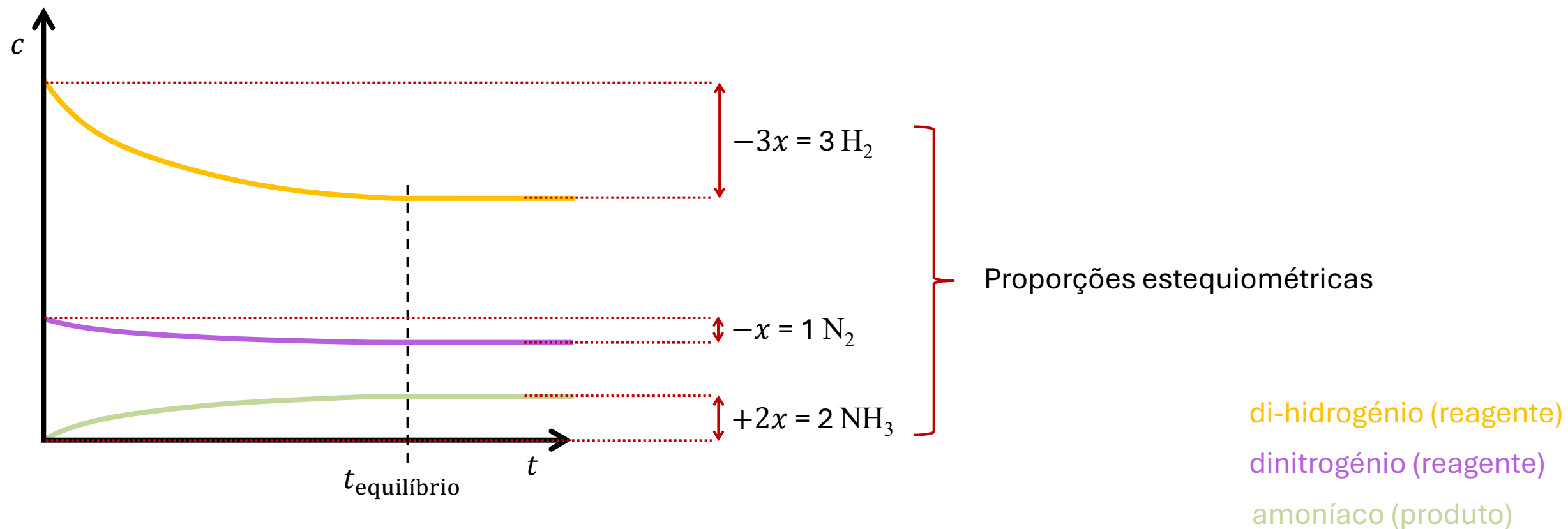


Equilíbrio químico como exemplo de um equilíbrio dinâmico

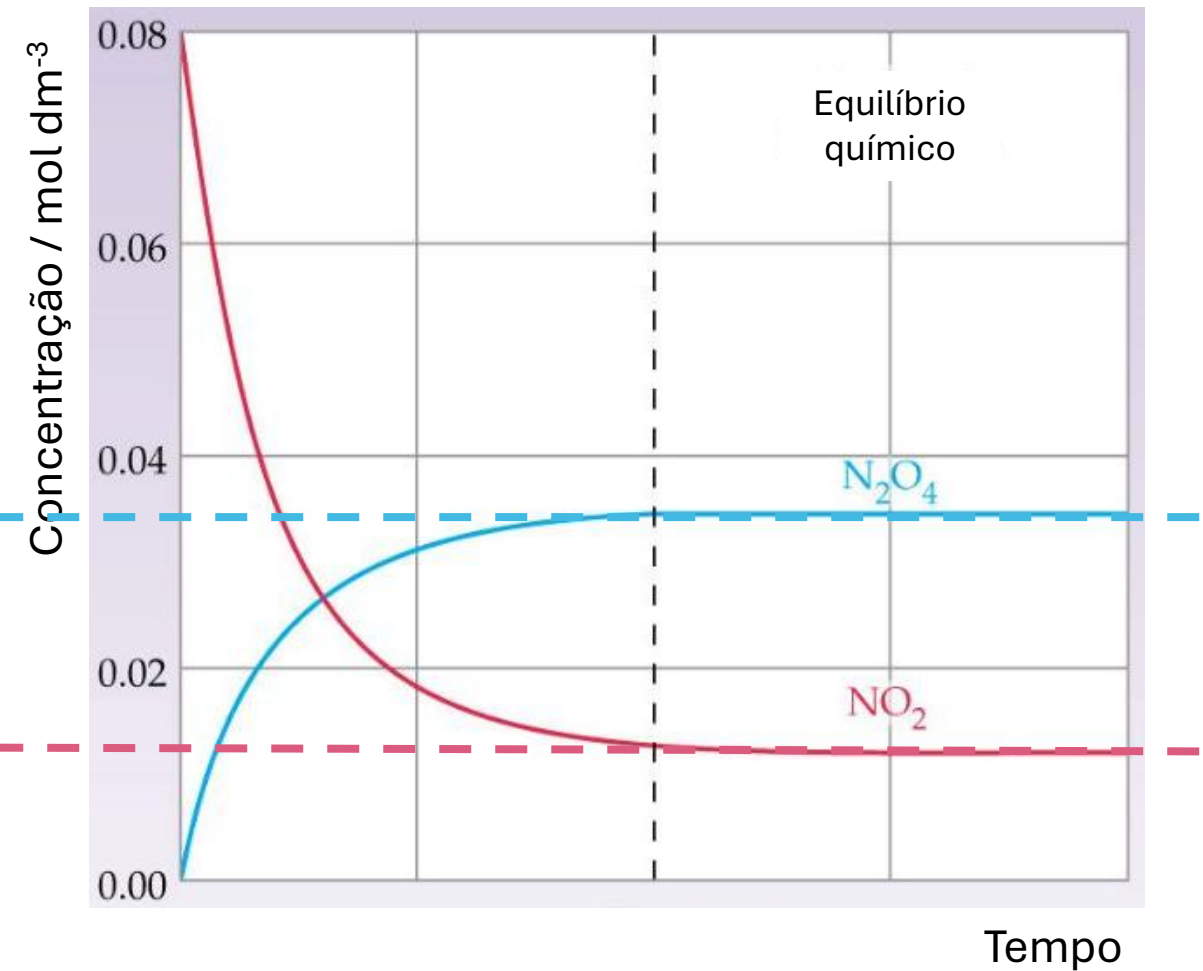
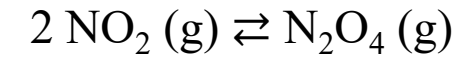
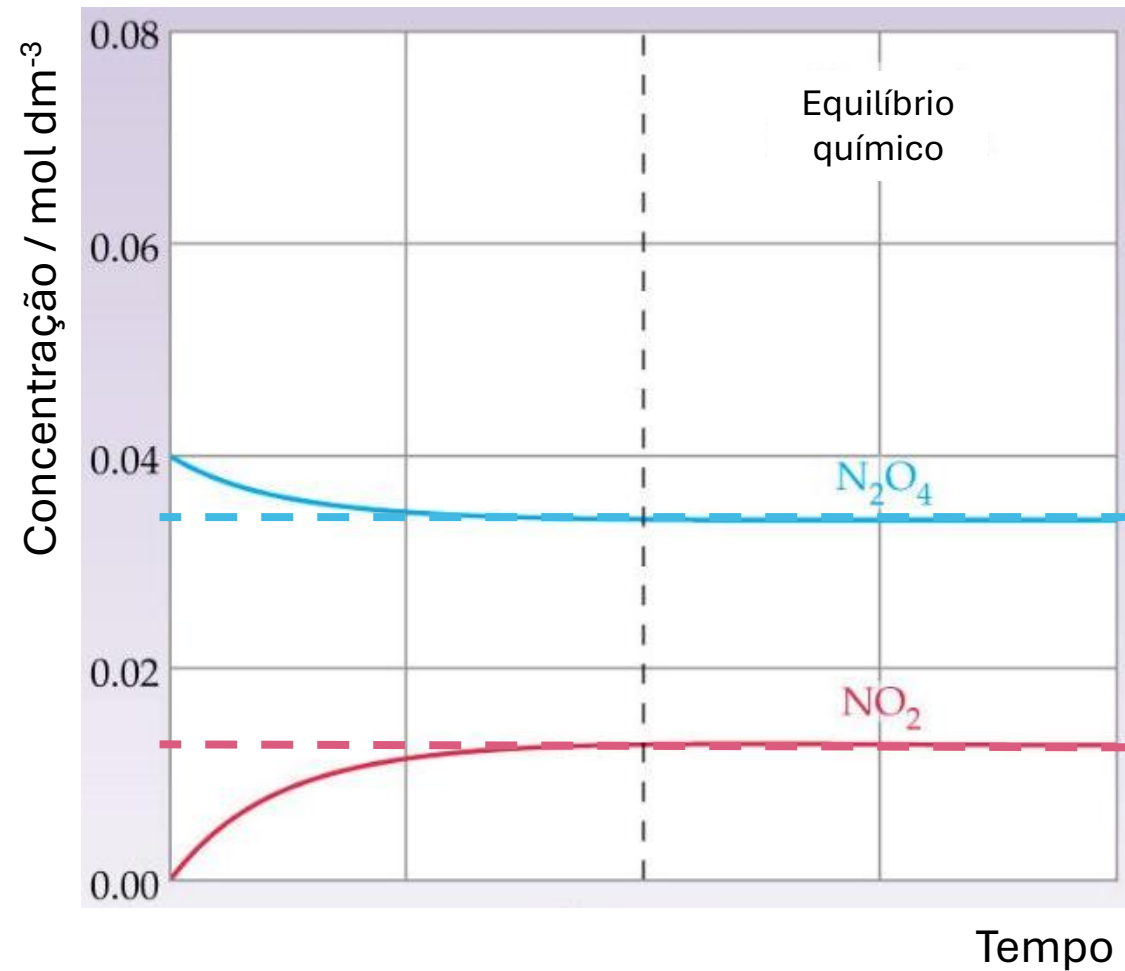
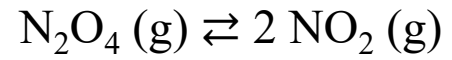
Numa reação química reversível, é atingido um **estado de equilíbrio**:



Variação das concentrações vs tempo

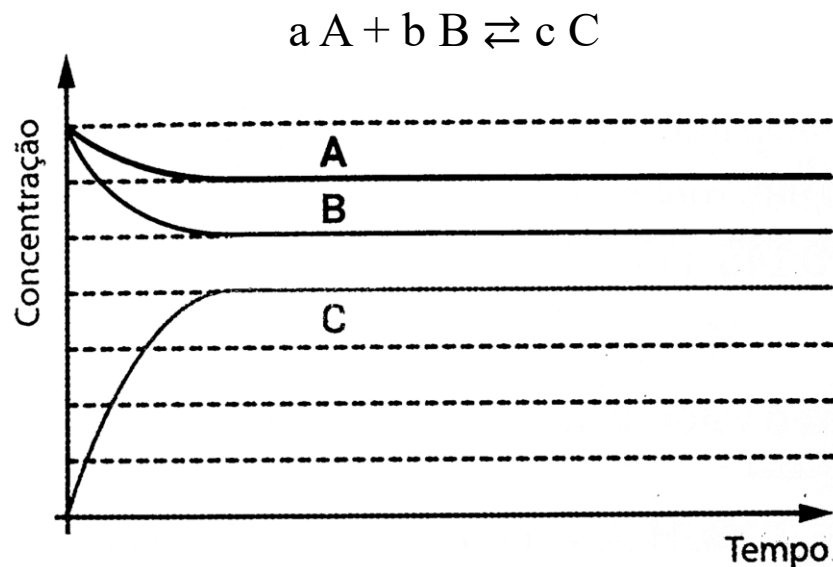


Equilíbrio químico como exemplo de um equilíbrio dinâmico



Aplicar...

O gráfico seguinte traduz a evolução das concentrações das substâncias A, B e C durante a reação química



Qual a estequiometria da reação?

Resolução

Coeficientes estequiométricos:

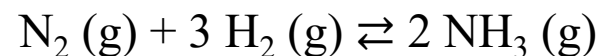
$a = 1$
 $b = 2$
 $c = 4$

Equilíbrio químico como exemplo de um equilíbrio dinâmico

Equilíbrio heterogêneo e equilíbrio homogêneo

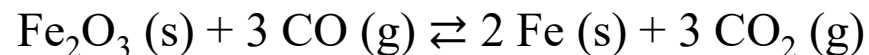
Um equilíbrio químico pode ser (quanto às fases):

Homogêneo – Todos os componentes presentes estão na mesma fase:



Neste caso todos os componentes estão em fase gasosa.

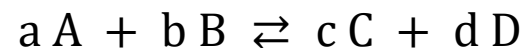
Heterogêneo – Os componentes da mistura reacional estão em pelo menos duas fases diferentes:



Neste exemplo existem componentes em fase sólida e em fase gasosa.

Constante de equilíbrio químico, K : Lei de Guldberg e Waage

Numa reação do género



a **constante de equilíbrio** (em função das concentrações), K_c , é dada pela expressão

$$K_c = \frac{[C]_e^c [D]_e^d}{[A]_e^a [B]_e^b}$$

em que:

K_c – constante de equilíbrio (adimensional)

$[A]_e$ e $[B]_e$ – concentrações dos reagentes, no equilíbrio (mol dm^{-3})

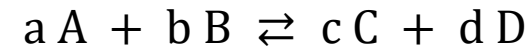
$[C]_e$ e $[D]_e$ – concentrações dos produtos, no equilíbrio (mol dm^{-3})

a e b – coeficientes estequiométricos dos reagentes

c e d – coeficientes estequiométricos dos produtos

Constante de equilíbrio químico, K : Lei de Guldberg e Waage

Numa reação do género



a **constante de equilíbrio** (em função das concentrações), K_c , é dada pela expressão

$$K_c = \frac{[C]_e^c [D]_e^d}{[A]_e^a [B]_e^b}$$

A constante de equilíbrio K_c :

Depende apenas da temperatura;

É calculada com os **valores das concentrações de equilíbrio** de cada um dos constituintes presentes.

Essencial

- 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.

Palavras-chave

- Reação reversível.
- Reação direta.
- Reação inversa.
- Equilíbrio químico.

Formulário

$$K_c = \frac{[C]_e^c [D]_e^d}{[A]_e^a [B]_e^b}$$

Bibliografia

- “Aprendizagens Essenciais – Física e Química A – 11º ano”, Ministério da Educação, 2018.
- J. Paiva, A. J. Ferreira, M. G. Matos, C. Morais, C. Fiolhais, “Novo 11Q”, Texto Editores, Lisboa, 2016.
- D. reger, S. Goode, E. Mercer, “Química: Princípios e Aplicações”, 2ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, 2010, Lisboa.
- J. Paiva, M. G. Matos, C. Morais, C. Fiolhais, “11 Q – Física e Química A – Química”, Texto Editores, Lisboa, 2022.
- C. C. Silva, C. Cunha, “Química em Reação 11”, Porto Editora, Porto, 2022.