

**TÍTULO DO VÍDEO: “Princípio de Le Chatelier – efeito da temperatura”**

**NOME DOS PARTICIPANTES:**

Ana Luís Falcão

Diogo Gonçalo Hermenegildo Pereira

Flávia Plácido Nascimento

José Pedro Pessoa dos Santos

**PROFESSOR RESPONSÁVEL:**

Ana Paula Saraiva

E-mail: anapaulasaraiva@gmail.com

Telemóvel: 966339656

**ESCOLA:**

Agrupamento de Escolas de Pinhel

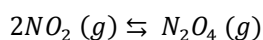
E-mail: info@esec-pinhel.rcts.pt

Telefone: 271 413396

**Resumo**

Pretende-se preparar dióxido de azoto por reação entre ácido nítrico concentrado e cobre metálico. O dióxido de azoto preparado é recolhido em ampolas de vidro.

O dióxido de azoto que apresenta uma cor castanho-avermelhada dimeriza facilmente em tetróxido de diazoto que é um gás incolor, estabelecendo-se o equilíbrio traduzido por:



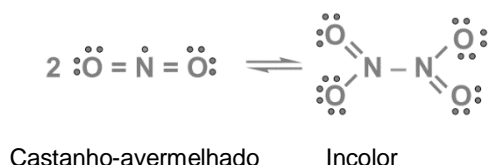
**Equação 1**

As ampolas contendo o gás preparado apresentam, à temperatura ambiente, uma percentagem de aproximadamente 16% de dióxido de azoto, são colocadas em banho quente e em banho de gelo e estuda-se o efeito da temperatura no sistema em equilíbrio, pela mudança de cor observada.

A mudança de cor observada é interpretada de acordo com o princípio de Le Chatelier que permite prever em que sentido se dá o deslocamento de um sistema químico em equilíbrio quando sujeito a uma perturbação (alteração de uma concentração, da pressão ou da temperatura).

## Conceitos

A molécula de  $NO_2$  é paramagnética com um eletrão desemparelhado fortemente associado ao átomo de azoto e apresenta uma forte tendência para dimerizar em  $N_2O_4$  – tetróxido de diazoto – que é uma molécula diamagnética, de acordo com o seguinte esquema:



**Esquema 1**

O processo anterior é exotérmico ( $\Delta H = -58 \text{ kJmol}^{-1}$ ) pois forma-se uma ligação.

A cor exibida pelas ampolas vai depender da temperatura a que o sistema se encontra e que depende das quantidades relativas de dióxido de azoto e de tetróxido de diazoto.

Aumentando a temperatura do sistema em equilíbrio, por introdução de uma das ampolas em água quente, este desloca-se em sentido inverso, isto é, no sentido da formação de  $NO_2$  pelo que a mistura reacional fica mais escura.

Quando uma das ampolas de vidro é colocada em banho de gelo a mistura fica mais clara, tendo o equilíbrio sido deslocado no sentido direto. De acordo com o Princípio de Le Chatelier, uma diminuição de temperatura leva o sistema a evoluir no sentido direto (em que há libertação de energia).

## Protocolo Experimental

### Segurança:

- ✓ Usar luvas
- ✓ Usar bata.
- ✓ Usar óculos de proteção.
- ✓ Prestar especial cuidado no manuseamento do ácido nítrico.
- ✓ Prestar especial cuidado na utilização do bico de Bunsen e na moldagem do tubo de vidro.
- ✓ A reação deve ser realizada na hotte, tal como a selagem do tubo de vidro pois o dióxido de azoto é muito tóxico por inalação.

**Material:**

- ✓ Balança
- ✓ Proveta
- ✓ Funil
- ✓ Vidro de relógio
- ✓ Bico de Bunsen
- ✓ Kitasato
- ✓ Rolha de borracha perfurada
- ✓ Tina com água gelada
- ✓ Tina com água quente
- ✓ Tubo de borracha
- ✓ Funil de carga
- ✓ Tubo de vidro comprido

**Reagentes:**

- ✓ Ácido nítrico
- ✓ Cobre metálico

**Procedimento:**

- ✓ Ligar o bico de Bunsen e ajustá-lo para que a chama fique azul;
- ✓ Colocar a chama em contacto com uma das extremidades do tubo de vidro, moldando-a para que a ponta fique afunilada (não selada);
- ✓ Unir as extremidades do tubo de borracha à ponta não afunilada do tubo de vidro e à tubuladura lateral do kitasato;
- ✓ Colocar cerca de 5 g de cobre dentro do kitasato;
- ✓ Atravessar uma rolha de borracha, previamente perfurada, com a extremidade do funil de carga;
- ✓ Tapar o kitasato com a respetiva rolha;
- ✓ Colocar 15 a 20 mL de ácido nítrico no funil de carga;
- ✓ Esperar que o gás ( $\text{NO}_2$ ) se forme e se desloque ao longo dos tubos. Quando se observar que sai gás através da extremidade afunilada do tubo de vidro, passa-se ao próximo passo;
- ✓ Selar o vidro em vários pontos, partindo da extremidade mais próxima do kitasato, de modo a formar ampolas com o gás encerrado no interior;
- ✓ Colocar uma ampola numa tina com água gelada e outra numa tina com água quente;
- ✓ Comparar a cor das duas ampolas.

## Aplicações

Esta atividade foi realizada com um fim muito específico: estudar o efeito da temperatura num sistema em equilíbrio, mas uma vez que se produz dióxido de azoto, este pode ser utilizado para estudar a acidificação da água.

Esta atividade permite a extrapolação para a produção industrial de uma dada substância em que o princípio de Le Chatelier permite controlar e otimizar o processo de produção, aumentando a quantidade de produto obtido por controlo da temperatura do sistema reacional, como acontece com a produção industrial do amoníaco.

## Conclusões

Esta atividade reveste-se de particular interesse uma vez que o sistema  $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$  é um dos mais apresentados em manuais para o estudo das alterações que um sistema em equilíbrio pode sofrer quando se faz variar a temperatura.

As ampolas contendo dióxido de azoto podem ser utilizadas mais do que uma vez e ao longo do tempo, permitindo, deste modo, rentabilizar o investimento feito tanto em tempo gasto para as preparar como em material e reagentes, sendo particularmente relevante o aspeto ambiental.

## Bibliografia

Chang, R. (1994). *Química* (5ª ed.). Amadora: McGraw-Hill de Portugal.

Valente, M., & Moreira, H. (2007). Equilíbrio Químico: O sistema  $2NO_2(g) \rightleftharpoons N_2O_4(g)$  revisitado, numa perspetiva prática de sala de aula. *Boletim da Sociedade Portuguesa de Química*, (106).

Corrêa, C. (n.d.). Dióxido de azoto.