

ESCOLA BÁSICA E SECUNDÁRIA DA CALHETA

Física e Química A – 11.º Ano

Resumo Q1.1

Domínio 1: Equilíbrio Químico / 1.1: Aspetos quantitativos das reações químicas

- 1.1.1. Reações químicas
- 1.1.2. Reagente limitante e reagente em excesso
- 1.1.3. Grau de pureza
- 1.1.4. Reações completas e incompletas. Rendimento da reação.
- 1.1.5. Economia atómica e “Química verde”.

I REAÇÕES QUÍMICAS

Reações químicas – são transformações de substâncias que implicam a quebra e a formação de novas ligações. Nestas transformações as substâncias iniciais (**reagentes**) originam novas substâncias (**produtos da reação**). As reações químicas representam-se através de **equações químicas**.

EXEMPLO

A equação química seguinte representa a combustão do metano.



Que informação se retira desta equação?

- **reagentes**: CH_4 e O_2 (substâncias iniciais);
- **produtos da reação**: CO_2 e H_2O (substâncias finais);
- **estado físico** das substâncias: sólido (s), líquido (l), gasoso (g), aquoso (aq) quando a substância se encontra dissolvida em água;
- **proporções** em que cada substância reage:
 - 1.ª leitura da equação química em número de partículas:
“Uma molécula de CH_4 reage com duas moléculas de O_2 originando uma molécula de CO_2 e duas moléculas de H_2O .”
 - 2.ª leitura da equação química em quantidade de matéria:
“Uma mole de CH_4 reage com duas moles de O_2 originando uma mole de CO_2 e duas moles de H_2O .”

Os números presentes nas equações químicas e que indicam a proporção de cada interveniente na reação química denominam-se **coeficientes estequiométricos** e os cálculos efetuados com estes dados da equação chamam-se **cálculos estequiométricos**.

IDENTIFICAÇÃO DOS COEFICIENTES ESTEQUIOMÉTRICOS

Todas as equações químicas obedecem à **Lei de Lavoisier** ou **Lei da Conservação da Massa**. Esta lei refere que “na Natureza, nada se perde, nada se cria, tudo se transforma.” Aplicando esta lei às equações químicas que representam reações químicas completas que ocorrem em sistema isolado, significa que:

- a massa total do sistema é constante: $m_{\text{reagentes}} = m_{\text{produtos}}$;
- os elementos químicos presentes nos reagentes são os mesmos que se encontram nos produtos da reação, ou seja, não se formam novos elementos químicos;
- o número de átomos de um elemento existente nos reagentes é igual ao número de átomos existente nos produtos da reação.

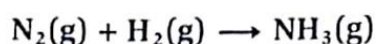
Quando uma equação não obedece à Lei de Lavoisier, deve proceder-se ao seu acerto através da alteração dos coeficientes estequiométricos.

O acerto das equações **faz-se sempre** alterando os coeficientes estequiométricos e nunca alterando a fórmula química.

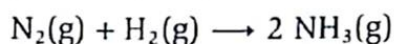
Nota

EXEMPLO

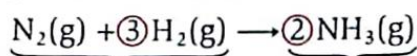
A equação seguinte representa a síntese do amoníaco.



1.º passo: acertar o n.º de átomos de nitrogénio (N) acrescentando-se um coeficiente estequiométrico que permita ter dois átomos de nitrogénio nos produtos.



2.º passo: acertar o n.º de átomos de hidrogénio (H) acrescentando um coeficiente estequiométrico na molécula de H_2 dos reagentes que permita obter seis átomos de hidrogénios, para se conseguir o acerto final.



Verificação da massa total do sistema:

$$m_{\text{total de reagentes}} = M(\text{N}_2) + 3 \times M(\text{H}_2)$$

$$m_{\text{total de reagentes}} = 28,02 + 3 \times 2,02$$

$$m_{\text{total de reagentes}} = 34,08 \text{ g}$$

$$m_{\text{total de produtos}} = 2 \times M(\text{NH}_3)$$

$$m_{\text{total de produtos}} = 2 \times 17,04$$

$$m_{\text{total de produtos}} = 34,08 \text{ g}$$

Desta forma, conclui-se que a equação química está devidamente acertada.

RELAÇÕES ESTEQUIOMÉTRICAS

A relação quantitativa usando os coeficientes estequiométricos entre as quantidades de reagentes e de produtos envolvidos numa determinada reação denomina-se por **estequiometria**. Através das relações estequiométricas consegue-se determinar a quantidade de reagente necessário para reagir com uma determinada quantidade de outro reagente, ou a quantidade de produto que se pode obter a partir de uma determinada quantidade de reagente, por exemplo.

2 REAGENTE LIMITANTE E REAGENTE EM EXCESSO

Quando ocorre uma reação química, nem sempre os reagentes se encontram nas proporções indicadas pela equação química. Nestes casos, haverá sempre um dos reagentes que se esgota antes de outro(s) terminar(em), limitando a quantidade de produto que se pode formar. A reação termina quando se esgota pelo menos um dos reagentes (**reagente limitante**), podendo sobrar do outro reagente (**reagente em excesso**).

Reagente limitante – reagente que se encontra em menor quantidade estequiométrica e que, por isso, esgota-se em primeiro lugar, determinando o fim da reação.

Reagente em excesso (excedentário) – reagente que se encontra em maior quantidade estequiométrica e que, por isso, continua presente no final da reação, juntamente com os produtos da reação.

Antes de se efetuar um cálculo estequiométrico é necessário verificar se os reagentes se encontram em proporções estequiométricas. Se isso não se verificar, todos os cálculos devem ser efetuados tendo como referência a quantidade de matéria do reagente limitante.

Identificação do reagente limitante

Determinar o quociente entre a quantidade de matéria de cada um dos reagentes e o respetivo coeficiente estequiométrico:

$$\frac{n_{\text{reagente 1}}}{\text{coeficiente reagente 1}} \text{ e } \frac{n_{\text{reagente 2}}}{\text{coeficiente reagente 2}}$$

O reagente limitante é aquele cujo valor deste coeficiente for **menor**.

3 GRAU DE PUREZA

Outro fator que pode interferir nos cálculos das quantidades de matéria de produtos de reação obtidos é a existência de impurezas nos reagentes usados. A análise do grau de pureza é fundamental para estabelecer as relações estequiométricas corretas, pois apenas a parte pura da amostra é consumida durante a reação química.

Grau de pureza	% impurezas
$\text{Grau de pureza (\%)} = \frac{m_{\text{substância pura}}}{m_{\text{amostra}}} \times 100$	$\% \text{ impurezas} = \frac{m_{\text{impurezas}}}{m_{\text{amostra}}} \times 100$
$m_{\text{amostra}} = m_{\text{substância pura}} + m_{\text{impurezas}}$	

Os reagentes podem apresentar diferentes graus de pureza, pelo que, a escolha do reagente deve ter em consideração a finalidade e o custo do reagente.

EXEMPLO

Se uma amostra de amoníaco tem 98% de pureza, isso significa que, em cada 100 g de amostra, 98 g são de amoníaco e 2 g correspondem a outras substâncias, as impurezas.

4 REAÇÕES COMPLETAS E INCOMPLETAS. RENDIMENTO DA REAÇÃO

A quantidade obtida de produtos da reação pode ser afetada por determinados fatores, como por exemplo, o consumo dos reagentes em reações secundárias que originam outros produtos da reação.

Rendimento da reação, η (%) – avalia o grau de conversão dos reagentes em produtos da reação. O valor do rendimento varia entre 0 (quando não se forma nenhum produto) e 100 (quando ocorre conversão total do reagente limitante no produto pretendido).

O cálculo do rendimento pode ser efetuado em termos de quantidade de matéria ou de massa e, no caso de gases ideais, em volume.

$$\eta(\%) = \frac{n_{\text{obtida}}}{n_{\text{prevista}}} \times 100 \quad \eta(\%) = \frac{m_{\text{obtida}}}{m_{\text{prevista}}} \times 100 \Leftrightarrow \eta(\%) = \frac{V_{\text{obtido}}}{V_{\text{previsto}}} \times 100$$

Para o cálculo do rendimento, a quantidade de matéria, a massa ou o volume referem-se apenas a um dos produtos da reação.

Nota

5 ECONOMIA ATÓMICA E “QUÍMICA VERDE”

A “química verde” tem por base a invenção, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso de substâncias nocivas para a saúde humana ou para o meio ambiente, minimizando o efeito ambiental.

A “química verde” assenta nos seguintes princípios:

- diminuição da formação de resíduos e da emissão de poluentes;
- diminuição dos consumos de energia e de materiais, dando preferência aos recursos renováveis;
- diminuição dos riscos na produção e na perigosidade dos produtos.

Para avaliar a adequação dos princípios da “química verde”, usa-se um conceito denominado por **economia atómica**. A economia atómica recomenda um elevado grau de incorporação dos átomos dos reagentes no produto desejado. Por conseguinte, deve-se aumentar o número de átomos de reagentes no produto desejado e diminuir a produção de resíduos, ou seja, produtos indesejados. A economia atómica percentual $AE(\%)$ determina-se pela seguinte expressão:

$$AE(\%) = \frac{\text{massa de átomos de reagentes incorporados no produto desejado}}{\text{massa total de átomos nos reagentes}} \times 100$$

O processo mais eficiente é aquele que maximiza a incorporação de átomos dos reagentes no produto final, a que corresponde um valor de $AE(\%)$ mais elevado. No entanto, deve também considerár-se a perigosidade e a toxicidade do produto que se obtém e dos reagentes usados, assim como o consumo de energia.