

# GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 36

## FÍSICA E QUÍMICA A 11.º ANO

### Tema 3: Equilíbrio químico

#### Subtema 1: Aspectos quantitativos das reações químicas



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A  
APRENDIZAGEM?



## PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

### Reagente limitante

A estequiometria de uma reação química permite prever as quantidades de substâncias que participam na reação.

No entanto, em muitas situações reais, os reagentes não estão presentes nas proporções exatas indicadas pela equação química.

Quando isso acontece, um dos reagentes esgota-se primeiro, limitando a quantidade de produto que se pode formar. Esse reagente chama-se reagente limitante, enquanto o outro permanece em excesso.

Este conceito é muito importante em processos industriais, pois ajuda a otimizar processos, reduzir desperdícios e calcular com precisão as quantidades de reagentes necessários. Saber qual é o reagente limitante permite diminuir custos, melhorar a eficiência e garantir a segurança operacional, objetivos centrais em qualquer processo industrial moderno.



## O QUE VOU APRENDER?

- Interpretar o significado das equações químicas em termos de quantidade de matéria.
- Compreender o conceito de reagente limitante numa reação química, usando exemplos simples da realidade industrial.
- Resolver problemas envolvendo a estequiometria de uma reação, incluindo o cálculo do rendimento, explicando as estratégias de resolução e os raciocínios demonstrativos que fundamentam uma conclusão.
- Determinar, experimentalmente, o rendimento na síntese de um composto, avaliando os resultados obtidos.
- Comparar reações químicas do ponto de vista da química verde, avaliando as implicações na sustentabilidade social, económica e ambiental.



## COMO VOU APRENDER?

GTA 35: Estequiometria das reações

**GTA 36: Reagente limitante**

GTA 37: Pureza e rendimento

GTA 38: Economia atômica e Química Verde

## Tema 3: Equilíbrio químico

## Subtema 1: Aspectos quantitativos das reações químicas



## GTA 36: Reagente limitante

**Objetivos:**

- Compreender o conceito de reagente limitante numa reação química, usando exemplos simples da realidade industrial.

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

**TAREFA 1: Visualiza e compreender**

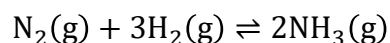
O fertilizante que permite alimentar metade da população mundial vem de uma reação química. Que reação será?

**Assiste** ao vídeo [What Is The Haber Process](#).  
(Podes **colocar** as legendas em português.)



O vídeo mostra o processo de Haber, utilizado para produzir amoníaco em grande escala.

O **amoníaco (NH<sub>3</sub>)** é produzido pela reação entre o **dinitrogénio (N<sub>2</sub>)** reage com **di-hidrogénio (H<sub>2</sub>)**. A reação é reversível e exotérmica.



**Responde**, no teu caderno:

- Qual é o principal produto do processo de Haber?
- Que substâncias reagem para formar esse produto?



## TAREFA 2: Como identificar o reagente limitante?

### Etapa 1: Analogia sanduíche

Imagina que para fazer uma sanduíche são necessários:

- 2 fatias de pão
- 1 fatia de queijo

Se tiveres:

- 10 fatias de pão
- 3 fatias de queijo

#### Reflete:

Quantas sanduíches podes preparar?

Qual é o ingrediente que se esgota primeiro?

Qual é o ingrediente que fica em excesso?

#### Conclusão

O ingrediente que se esgota primeiro limita o número de sanduíches que podem ser feitas.

Nas reações químicas acontece algo semelhante: o reagente que se esgota primeiro chama-se **reagente limitante**.

### Etapa 2: Reagente limitante

**Considera** a reação química:



Misturam-se inicialmente:

4 mol de carbono

12 mol de dióxigénio

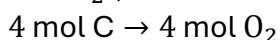
**Responde**, no teu caderno:

- Quantos mol de  $\text{O}_2$  são necessários para reagir com 4 mol de C?
- Qual o reagente que se esgota primeiro?
- Qual o reagente que fica em excesso?

#### Resolução:

**Quantos mol de  $\text{O}_2$  são necessários para reagir com 4 mol de C?**

Se 1 mol de C reage com 1 mol de  $\text{O}_2$ , então:



Portanto, são necessários 4 mol de  $\text{O}_2$ .



### (Continuação)

#### Qual o reagente que se esgota primeiro?

Inicialmente existem:

4 mol de C

12 mol de O<sub>2</sub>

Para reagir com 4 mol de C são necessários apenas 4 mol de O<sub>2</sub>.

Como há mais O<sub>2</sub> do que o necessário, o reagente que se esgota primeiro é o carbono (C).

O carbono é o reagente limitante.

#### Qual o reagente que fica em excesso?

Inicialmente havia **12 mol de O<sub>2</sub>** e apenas **4 mol reagem**.

$$12 - 4 = 8 \text{ mol}$$

Logo:

O dióxigênio (O<sub>2</sub>) fica em excesso.

Sobram 8 mol de O<sub>2</sub>.

#### Nota:

O **reagente limitante** é aquele que apresentar menor quociente entre a quantidade de matéria (número de moles) inicial e o respetivo coeficiente estequiométrico.

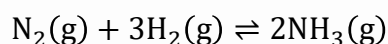
#### Como identificar o reagente limitante?

1. Converter os dados fornecidos (massa, volume, etc.) para quantidade de matéria (mol).
2. Dividir a quantidade de matéria pelo **coeficiente estequiométrico**.
3. O menor valor corresponde ao **reagente limitante**.

### TAREFA 3: Verifica o que aprendeste

#### Exercício 1:

No processo de Haber, o dinitrogénio (N<sub>2</sub>) reage com di-hidrogénio (H<sub>2</sub>) para formar amoníaco (NH<sub>3</sub>).



(Nota: para efeitos de cálculo, considera-se que a reação ocorre até ao esgotamento do reagente limitante.)

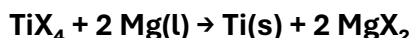
Num reator industrial misturam-se 100 mol de N<sub>2</sub> com 250 mol de H<sub>2</sub>.

- a) **Identifica** o reagente limitante.
- b) **Calcula** a quantidade de amoníaco produzido.
- c) **Determina** a quantidade do reagente em excesso que não reagiu.



## Exercício 2:

Na construção de aviões a jato, é utilizado titânio, Ti (s), que pode ser obtido pela reação entre o composto  $TiX_4$  (em que X representa genericamente um elemento não metálico) e o magnésio fundido, Mg (l). A reação que permite obter titânio é:



(Nota: X = Cl, sendo o composto  $TiCl_4$ , o tetracloreto de titânio)

Numa instalação industrial, numa determinada operação, foram utilizados 81,5 g de  $TiCl_4$  e 17,3 g de Mg(l) para obter Ti(s).

(Massas molares: Ti = 47,87 g/mol; Mg = 24,31 g/mol; Cl = 35,45 g/mol)

**Identifica** o reagente limitante. Apresenta todas as etapas de resolução.

(Adaptado de *Exame Final Nacional de Física e Química A, 2.ª fase, 2022*, item 7.)

## Etapa 2:

**Resolve** os exercícios do teu manual sobre o conceito de reagente limitante e reagente em excesso. **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

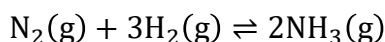
### TAREFA 1

#### • Qual é o principal produto do processo de Haber?

O principal produto do processo de Haber é o **amoníaco** ( $NH_3$ ).

#### • Que substâncias reagem para formar esse produto?

O **dinitrogénio** ( $N_2$ ) reage com **di-hidrogénio** ( $H_2$ ) para formar amoníaco, de acordo com a equação química:



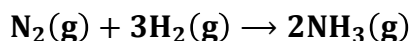


## PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

### TAREFA 3:

#### Exercício 1:

No processo de Haber, o dinitrogênio ( $N_2$ ) reage com di-hidrogênio ( $H_2$ ) para formar amoníaco ( $NH_3$ ).



Num reator industrial misturam-se 100 mol de  $N_2$  com 250 mol de  $H_2$ .

a) Identifica o reagente limitante.

$$\frac{100 \text{ mol } N_2}{1} = 100; \quad \frac{250 \text{ mol } H_2}{3} = 83,33$$

Como 83,33 é menor, o reagente limitante é o  $H_2$ .

b) Calcula a quantidade de amoníaco produzido.

Calcula-se a partir do reagente limitante:

Se  $\frac{250}{3} = 83,33$  “vezes” a reação ocorre, então:

$$n(NH_3) = 2 \times 83,33 = 166,67 \text{ mol}$$

Logo, formam-se 166,67 mol de  $NH_3$ .

c) Determina a quantidade do reagente em excesso que não reagiu.

O  $N_2$  consumido é:

$$n(N_2 \text{ consumido}) = 1 \times 83,33 = 83,33 \text{ mol}$$

Então o  $N_2$  que sobra:

$$n(N_2 \text{ final}) = 100 - 83,33 = 16,67 \text{ mol}$$

Sobram 16,67 mol de  $N_2$  (reagente em excesso).

Resumindo as quantidades de matéria de cada substância são:

	$N_2(g)$	+	$3H_2(g)$	→	$2NH_3(g)$
Início / mol	100,00		250,00		0,00
Variação / mol	- 83,33		- 250,00		+ 166,67
Final / mol	16,67		0,00		166,67

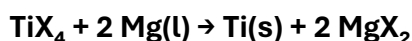


## PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

### TAREFA 3

#### Exercício 2:

Na construção de aviões a jato, é utilizado titânio,  $\text{Ti (s)}$ , que pode ser obtido pela reação entre o composto  $\text{TiX}_4$  (em que X representa genericamente um elemento não metálico) e o magnésio fundido,  $\text{Mg (l)}$ . A reação que permite obter titânio é:

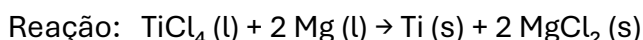


(Nota:  $\text{X} = \text{Cl}$ , sendo o composto  $\text{TiCl}_4$ , o tetracloreto de titânio)

Numa instalação industrial, numa determinada operação, foram utilizados 81,5 g de  $\text{TiCl}_4$  e 17,3 g de  $\text{Mg(l)}$  para obter  $\text{Ti(s)}$ .

(Massas molares:  $\text{Ti} = 47,87 \text{ g/mol}$ ;  $\text{Mg} = 24,31 \text{ g/mol}$ ;  $\text{Cl} = 35,45 \text{ g/mol}$ )

Identifica o reagente limitante. Apresenta todas as etapas de resolução.



Dados: 81,5 g de  $\text{TiCl}_4$  e 17,3 g de  $\text{Mg}$ ;

Massas molares:

$$M(\text{Ti}) = 47,87 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Mg}) = 24,31 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{Cl}) = 35,45 \text{ g/mol}$$

$$M(\text{TiCl}_4) = 47,87 + 4 \times 35,45 = 189,67 \text{ g/mol}$$

Calcular as quantidades de matéria iniciais

$$n = \frac{m}{M}$$
$$n(\text{TiCl}_4) = \frac{81,5}{189,67} \approx 0,4297 \text{ mol}$$
$$n(\text{Mg}) = \frac{17,3}{24,31} \approx 0,7116 \text{ mol}$$

Identificar o reagente limitante (método do quociente)

O reagente limitante é aquele que apresenta menor quociente entre a quantidade de matéria inicial e o respetivo coeficiente estequiométrico.

$$\frac{0,4297 \text{ mol TiCl}_4}{1} = 0,4297 > \frac{0,7116 \text{ mol Mg}}{2} = 0,3558$$

**Resposta:** O reagente limitante é o  $\text{Mg}$ .



## O QUE APRENDI?

**Já sabes** explicar o conceito de reagente limitante?

**És capaz de...**

- identificar reagente limitante e reagente em excesso?
- aplicar relações estequiométricas em problemas?
- justificar o raciocínio utilizado nos cálculos?
- 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 [Reagente limitante e reagente em excesso | Estudo Autónomo](#)



**Explora outros recursos:**

[Reagentes, Produtos e Excesso - Reações Químicas | Reagentes Limitantes - Simulações Interativas PhET](#)



[A reação química que alimenta o mundo — Daniel D. Dulek](#)

