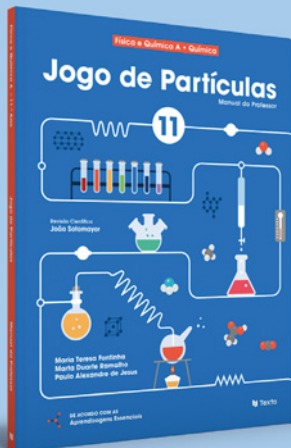


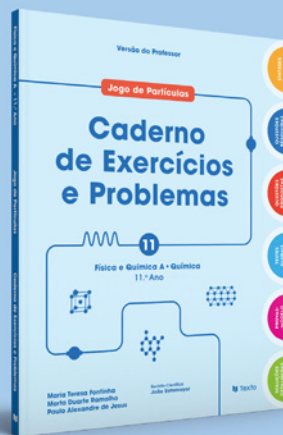
# Jogo de Partículas

Física e Química A 11.º ano

## Para o Aluno



Manual do Aluno



Caderno de Exercícios e Problemas

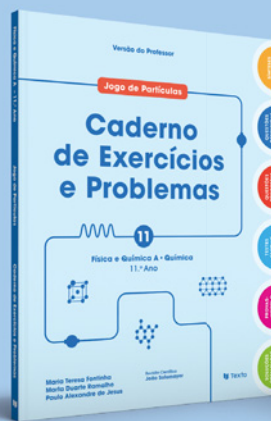
- Texto com destaques do que é essencial
- Propostas de **trabalho interdisciplinar** e que reforçam a ligação dos conteúdos com o **dia a dia**
- **Exercícios resolvidos** com clara definição das **etapas de resolução**
- Grande quantidade e variedade de materiais de apoio ao Professor, nomeadamente no trabalho laboratorial, com **vídeos detalhados** de todas as atividades laboratoriais e **tratamento dos resultados** respetivos
- Recursos digitais de grande valor didático para todos os conteúdos

Simulador de exames – ferramenta de apoio à preparação para o Exame Nacional.

## Para o Professor



Manual (edição do Professor)



Caderno de Exercícios e Problemas (edição do Professor)



Dossiê do Professor

**NOVIDADE**



Avaliar e Aprender numa Cultura de Inovação Pedagógica

# Manual

## Organização facilitadora da prática letiva e do estudo autónomo dos alunos

Aprendizagens Essenciais na margem do Manual do Professor



Apresentação



Equilíbrio de solubilidade e solubilidade de sais

### 3.2 Equilíbrio de solubilidade e solubilidade de sais

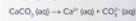
PROFESSOR  
Aprendizagens Essenciais



Fig. 64 O carbonato de cálcio, constituinte de algumas falésias junto do mar (Monte Xim, Diamante), é um sal muito pouco solúvel em água.

#### Equilíbrio em soluções saturadas

Existem sais que se dissolvem muito pouco em água, tais como, por exemplo, o cloreto de prata,  $AgCl$ , e o carbonato de cálcio,  $CaCO_3$  (Fig. 64). Se a um copo adicionarmos, por exemplo, 5,0 mg de carbonato de cálcio, em pó, a 100 g de água à temperatura de 20 °C, após agitação só uma quantidade muito pequena desse sal se dissolve. A solução fica rapidamente saturada e 3,6 mg de sal sólido depositam-se no fundo do copo, pois a solubilidade, s, do carbonato de cálcio é apenas 14 mg/100 g de água, à temperatura de 20 °C. A parte do sal que se dissolve dissocia-se completamente em íons, de acordo com a seguinte equação química:

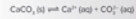


Na solução saturada existe a quantidade máxima possível de íons  $Ca^{2+}$  e  $CO_3^{2-}$  à temperatura da experiência. No entanto, se se juntar a esta solução saturada um pouco de carbonato de cálcio radioativo, passado pouco tempo verifica-se que a solução fica radioativa. Isto indica que houve dissolução de um saldo na solução, pois o carbonato de cálcio radioativo deu origem a íons radioativos, que se encontram em solução.

Ora, como a solução já tinha a concentração máxima possível de íons dissolvidos, conclui-se que para isto acontecer então uma parte dos íons positivos e negativos inicialmente dissolvidos juntaram-se, dando origem a  $CaCO_3$  (s), precipitando.

Verifica-se deste modo um **equilíbrio químico entre o carbonato de cálcio sólido e os íons  $Ca^{2+}$  e  $CO_3^{2-}$  em solução aquosa** (Fig. 65), denominado **equilíbrio de solubilidade**.

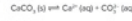
A equação química que traduz este equilíbrio é:



Este é um exemplo de um **equilíbrio heterogéneo**, pois tem componentes em estados físicos diferentes. Tal como em qualquer outras situações de equilíbrio, **este equilíbrio é dinâmico**: há troca recíproca de íons da rede cristalina com os da solução.

#### Produto de solubilidade

Para a reação de equilíbrio,



a constante de equilíbrio é:

$$K_s = \frac{[Ca^{2+}][CO_3^{2-}]}{[CaCO_3]}$$

Como já foi referido para a constante de autorização da água, quando a concentração de um componente é constante, o seu valor está incluído no valor da constante de equilíbrio, originando uma nova constante. Ora, a concentração de um sólido puro não depende da sua quantidade, pois é constante. A constante de equilíbrio chama-se **produto de solubilidade,  $K_s$** . Para a reação em questão, será:

$$K_s = [Ca^{2+}][CO_3^{2-}]$$

Tal como sucede para  $K_a$ , também o valor do produto de solubilidade,  $K_s$ , **não apresenta unidades**.

#### Relação entre solubilidade e produto de solubilidade

Consideremos novamente a reação de equilíbrio entre o carbonato de cálcio sólido,  $CaCO_3$  (s), e os íons em solução,  $Ca^{2+}$  (aq) e  $CO_3^{2-}$  (aq).

Cada mole de  $CaCO_3$  que se dissolve dissocia-se, originando 1 mol de  $Ca^{2+}$  e 1 mol de  $CO_3^{2-}$ . Como numa solução saturada desse sal estão dissolvidos s mol por dm<sup>3</sup>, então a concentração de íons  $Ca^{2+}$  em solução será s mol dm<sup>-3</sup>, igualmente, a concentração de íons  $CO_3^{2-}$  em solução será s mol dm<sup>-3</sup>.

Assim:

	$CaCO_3(s) \rightleftharpoons Ca^{2+}(aq) + CO_3^{2-}(aq)$
c / mol dm <sup>-3</sup>	0      0      0
c <sub>eq</sub> / mol dm <sup>-3</sup>	—      s      s

Como  $K_s = [Ca^{2+}][CO_3^{2-}]$ , neste caso verifica-se a seguinte relação matemática entre a solubilidade e o produto de solubilidade do sal:

$$K_s = s \times s = 4s^2 \text{ ou } s = \sqrt{\frac{K_s}{4}}$$

### 3 Soluções e equilíbrio de solubilidade

29. O mineral fluorita é a principal fonte de extração do elemento de cálcio,  $CaF_2$  (s).



Escreva:  
a. a equação química que traduz o equilíbrio de solubilidade;  
b. a expressão que traduz o produto de solubilidade,  $K_s$ .

#### PROFESSOR - ALUNO

Atividade  
Substitua o símbolo de equilíbrio de solubilidade;  
Atividade  
Produto de solubilidade

pp. 184/185

Explicação com destaque dos conteúdos essenciais

Esquemas e tabelas a acompanhar o texto explicativo

### Domínio 2 Reações em soluções aquosas

#### Minimização da dureza das águas

A diminuição da dureza de uma água consiste na remoção total ou parcial dos íons  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  nela presentes.

#### Adição de agentes precipitantes

Nas estações de tratamento de águas (ETA) e nas estações de tratamento de águas residuais (ETAR) é normal adicionar à água di-hidróxido de cálcio,  $Ca(OH)_2$ , vulgarmente conhecido como cal apagada, o que vai originar **sais insolúveis de cálcio e magnésio**, que posteriormente são filtrados:

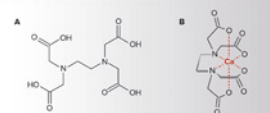
$$CaHCO_3(aq) + Ca(OH)_2(aq) \rightarrow 2 CaCO_3(s) + 2 H_2O(l)$$
$$MgHCO_3(aq) + 2 Ca(OH)_2(aq) \rightarrow Mg(OH)_2(aq) + 2 CaCO_3(s) + 2 H_2O$$

Um outro processo de tratamento de águas residuais é eliminar total ou parcialmente os íons  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  pelas resinas, adicionando-lhes soluções que contêm sabão ou detergentes. Forma-se uma camada de materiais que fica a flutuar superficialmente e a que se dá o nome de **escuma** (Fig. 69). A escuma contém sais de cálcio e de magnésio que posteriormente poderão ser removidos.

#### Adição de agentes complexantes

Para minimizar os efeitos das águas duras nos usos domésticos são incluídos nos detergentes aditivos apropriados, que vão funcionar como **agentes complexantes**. Para as máquinas de lavar também se utilizam produtos anti-calcário, como os amoníacos em máquinas de lavar roupa e «sal» de cozinhas nas máquinas de lavar loiça.

Esses produtos anticalcário contém geralmente na sua composição ácido etilendiaminotetraacético, vulgarmente conhecido por EDTA, que se liga aos íons  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ , formando **íons complexos estáveis e solúveis** (Fig. 70).



pp. 198/199

#### Utilização de resinas de troca iónica

Outro método de «amaciamento» das águas consiste em usar **resinas permutadoras de íons** (Fig. 71).



Fig. 71 Resina permutadora de íons.

As resinas permutadoras de íons são constituídas por uma matriz orgânica de origem sintética, com grupos funcionais capazes de trocar íons. Os íons  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  são trocados por íons  $Na^+$  ou  $H^+$  da água (Fig. 71).

#### Remoção de poluentes das águas

Um dos processos utilizados para tratar águas efluentes é a precipitação química. Neste processo são criadas condições para que os **íons dos elementos precipitantes** presentes na água **formem compostos insolúveis através de reações de precipitação**.

O fósforo constitui uma grave preocupação em efluentes industriais. Para remover o fósforo das águas é comum a utilização de trissulfato de alumínio,  $Al_2(SO_4)_3$ , ou de alumínio,  $Al^{3+}$ , não reage com os íons  $PO_4^{3-}$ , conduzindo à precipitação de fosfato de alumínio ( $K_s = 9,84 \times 10^{-3}$ ):

$$Al^{3+}(aq) + PO_4^{3-}(aq) \rightarrow AlPO_4(s)$$

#### Mais além

Duas ótimas alternativas que contribuem para a redução da carga orgânica em efluentes industriais são o **alagamento** e o **lodo**. Estes elementos, na forma de nitrogénio e de fósforo, constituem nutrientes essenciais para as plantas. Contudo, a sua presença em grandes quantidades em rios e lagoas provoca a **eutroficação**, provocando a morte dos peixes.

A descarga individual de efluentes industriais urbanos também pode constituir uma fonte de contaminação, devido à existência de metais pesados (como o mercúrio, o chumbo e o cádmio) na água, o que constitui um grave problema quer para o ser humano, quer para as espécies aquáticas.

Um dos processos utilizados para tratar águas de efluentes é a **precipitação química**. Neste processo são criadas as condições para que os **íons dos elementos precipitantes** presentes na água **formem compostos insolúveis através de reações de precipitação**.

Investigam-se que formas podem a utilização das células de precipitação contribuir para a remoção de metais da água.

Os alunos, em grupo, deverão apresentar os seus conclusões à turma, ao que se seguirá um debate.

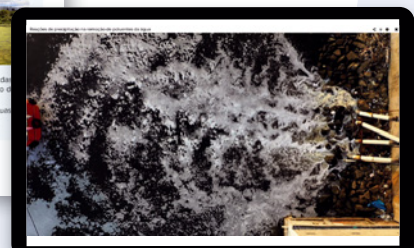


Fig. 72 Representação esquemática da remoção de dureza da água por troca iónica. Os íons  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  foram removidos das águas, tendo trocado por íons  $Na^+$ .

**NOVIDADE**

- Vídeo  
Dicas para o Exame

- Vídeo  
Química no dia a dia



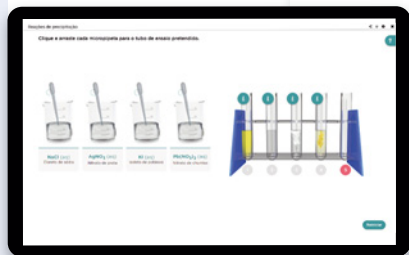
Reações de precipitação na remoção de poluentes da água

# Exercícios resolvidos em grande quantidade e com clara identificação das diferentes etapas de resolução

Informação adicional na margem do manual do Professor



- Animação
- Simulador
- Atividade interativa



Simulador Formação de precipitados

**Domínio 2** Resoluções em sistemas abertos

**Formação de precipitados**

Junta-se volumes aproximadamente iguais de soluções de  $\text{AgNO}_3$  e de  $\text{NaCl}$ , ambas com a concentração de  $1,0 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$ , não se deteta qualquer alteração no aspeto da solução resultante.

No entanto, adicionando também volumes iguais das mesmas soluções, mas de concentração  $1,0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$ , forma-se um precipitado branco de cloreto de prata,  $\text{AgCl}$  (Fig. 46).

Uma aplicação importante do produto de solubilidade é permitir saber se juntando duas soluções de sais muito solúveis se formará ou não um precipitado de um outro sal pouco solúvel.

No exemplo dado, havendo formação de precipitado, a equação que traduz a reação é:

$$\text{AgNO}_3(\text{aq}) + \text{NaCl}(\text{s}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s}) + \text{NaNO}_3(\text{aq})$$

e a equação iónica correspondente, eliminando os íons espectadores, é:

$$\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{AgCl}(\text{s})$$

Assim, coloca-se a seguinte questão: «Quando é que a presença em solução de íons de um sal pouco solúvel leva à formação de um precipitado desse sal?»

Haverá formação de precipitado quando as concentrações dos íons do sal em solução forem tais que levem à saturação da solução nesse sal.

Para avaliar uma solução relativamente à saturação num determinado sal, há que determinar o **quociente da reação de solubilidade,  $Q_r$** .

Haverá condições de formação do precipitado quando o quociente da reação,  $Q_r$ , corresponde à dissolução desse sal for maior do que o respetivo  $K_r$ .

O cálculo de  $Q_r$  é realizado usando as concentrações das espécies iónicas presentes no sistema reacional, num dado momento. Por exemplo, para prever a formação de precipitado de  $\text{AgCl}$  num determinado momento, a expressão para o cálculo do quociente da solubilidade é:

$$Q_r = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$$

**Em Síntese**

- Se  $Q_r < K_r$ , não há formação de precipitado.
- Se  $Q_r = K_r$ , atinge-se a saturação.
- Se  $Q_r > K_r$ , há formação de precipitado.

**3** Soluções e equilíbrio de solubilidade

**Questão resolvida**

1. A 25 °C, foram adicionadas a 1,00 dm<sup>3</sup> de água  $5,0 \times 10^{-1} \text{ mol}$  de cloreto de cálcio,  $\text{CaCl}_2$ , e  $2,0 \times 10^{-1} \text{ mol}$  de carbonato de sódio,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . A solubilidade do carbonato de cálcio  $\text{CaCO}_3$  é  $5,80 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$  a 25 °C.

1.1 Determine o valor do produto de solubilidade.

1.2 Verifique se ocorre formação de precipitado.

**Resolução**

1.1 **Escreva a equação de equilíbrio do  $\text{CaCO}_3$ :**

$$\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$$

**Construa de tabela:**

	$\text{CaCO}_3(\text{s})$	$\text{Ca}^{2+}(\text{aq})$	$\text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$
$C/\text{mol dm}^{-3}$	—	0	0
$C_r/\text{mol dm}^{-3}$	—	x	x

**Determinação do produto de solubilidade,  $K_r$ :**

$$K_r = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = K_r, \text{ a } 25 \text{ °C} \Rightarrow K_r = 5,80 \times 10^{-9} \Rightarrow K_r = 3,36 \times 10^{-8}$$

**Resposta:** O produto de solubilidade do carbonato de cálcio,  $\text{CaCO}_3$ , é que é  $3,36 \times 10^{-8}$ .

1.2 **Determinação da concentração da solução de  $\text{CaCl}_2$ :**

$$c(\text{CaCl}_2) = \frac{n}{V} = \frac{5,0 \times 10^{-1}}{1,00} = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$$

**Determinação da concentração do íon  $\text{Ca}^{2+}$  na solução:**

$$\text{CaCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{Ca}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{Cl}^-(\text{aq})$$

De acordo com a estequiometria da reação, tem-se  $[\text{Ca}^{2+}] = [\text{CaCl}_2] = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$ .

**Determinação da concentração da solução aquosa de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ :**

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{n}{V} = \frac{2,0 \times 10^{-1}}{1,00} = 2,0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$$

**Determinação da concentração do íon  $\text{CO}_3^{2-}$  na solução:**

$$\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{aq}) \rightarrow 2\text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$$

De acordo com a estequiometria da reação tem-se  $[\text{Na}_2\text{CO}_3] = 2[\text{Na}^+] = [\text{CO}_3^{2-}]$ .

**Determinação do quociente da reação de solubilidade,  $Q_r$ :**

$$Q_r = [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}] = 5,0 \times 10^{-1} \times 2,0 \times 10^{-1} \Rightarrow Q_r = 1,00 \times 10^{-1}$$

**Comparação de  $Q_r$  com  $K_r$ :**

$$Q_r = 1,00 \times 10^{-1} > K_r = 3,36 \times 10^{-8} \Rightarrow \text{Logo, } Q_r > K_r$$

**Resposta:** Há formação de precipitado, porque  $Q_r > K_r$ .

3. O di-iodeto de chumbo,  $\text{PbI}_2$ , é um sal brânquido à temperatura ambiente e é utilizado como detector de íons de alta energia, normalmente de raios X e raios gama.

Preveja se ocorre formação de precipitado numa solução aquosa de  $\text{PbI}_2$ , com  $3,0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$  em íons  $\text{Pb}^{2+}$  e  $4,5 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$  em íons  $\text{I}^-$ . Dado:  $K_r(\text{PbI}_2) = 9,8 \times 10^{-8}$ .

pp. 188/189

Em Síntese  
Sistematização dos conteúdos apresentados

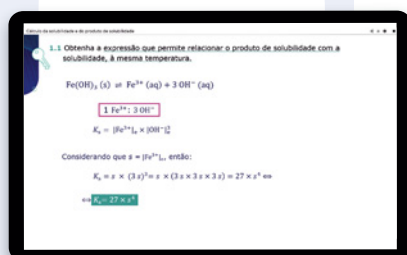
Questão resolvida  
Exercícios resolvidos em grande quantidade e com clara identificação das diferentes etapas de resolução

Etapas de resolução bem definidas

Resolução passo a passo de exercícios tipo Exame



- Vídeo resolução
- Atividade



Vídeo resolução

**Domínio 2** Resoluções em sistemas abertos

**Questões resolvidas**

1. O gráfico seguinte mostra como varia a solubilidade de três sais, A, B e C, em função da temperatura.

**Determine:**

1. a menor massa de água, expressa em gramas, que dissolve completamente 120,0 g de sal B, a 60 °C;
2. a massa de sal C, expressa em gramas, que se pode dissolver completamente em 120,0 g de água, a 40 °C;
3. a massa de sal B, expressa em gramas, que se pode dissolver completamente em 100,0 g de água, à temperatura em que o sal C tem a mesma solubilidade;
4. a massa de sal A que é necessária para preparar, a 0 °C e com 100,0 g de água, uma solução:
  - a. saturada;
  - b. não saturada;
  - c. sobressaturada.

**Resolução**

1.1 **Análise do gráfico, no que respeita à dissolução completa do sal B em 100,0 g de água e à temperatura de 60 °C:**

Pela análise do gráfico, verifica-se que, a 60 °C, 100,0 g de água dissolvem completamente 40 g de sal B.

**Determinação da massa de água necessária para dissolver completamente 120,0 g de sal B, a 60 °C:**

$$\frac{100 \text{ g de água}}{40 \text{ g de sal B}} = \frac{m}{120,0 \text{ g de sal B}} \Leftrightarrow m = \frac{120,0 \times 100}{40} \Leftrightarrow m = 300 \text{ g de água}$$

**Resposta:** A menor massa de água que dissolve completamente 120,0 g de sal B é 300 g.

1.2 **Análise do gráfico, no que respeita à dissolução completa do sal C em 100,0 g de água e à temperatura de 40 °C:**

Pela análise do gráfico, verifica-se que, a 40 °C (ou a qualquer outra temperatura), a massa de sal C que se dissolve em 100,0 g de água é 60 g.

p. 180



# Propostas de trabalho que envolvem diferentes áreas de competências do Perfil dos Alunos e estabelecem interligações CTSA e interdisciplinares

## Mais além

Mais além  
Atividade  
de pesquisa  
CTSA

### Mais além

Em 2020 uma enorme explosão teve lugar no porto de Beirute, no Líbano. A explosão teve origem num armazém de nitrato de amónio e causou mais de 200 mortos, milhares de feridos e grandes danos materiais.

Faça uma **pesquisa** sobre o nitrato de amónio, evidenciando:

- como é constituído;
- como se obtém;
- algumas das suas aplicações;
- os perigos associados à manipulação, armazenagem e transporte deste composto.

Comunique as suas conclusões à turma.



Destruição no porto de Beirute.

**1 Reações ácido-base**

**PROFESSOR**  
 Análise/Analise  
 Apresentação/Análise  
 Soluções aquosas de sais

**PROFESSOR + ALUNO**  
 Análise/Análise  
 Atividade/Atividade  
 Soluções aquosas de sais

**A** Solução de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (pH < 7, a 25 °C)      **B** Solução de  $\text{NaOCl}$  (pH = 7, a 25 °C)      **C** Solução de  $\text{NaNO}_3$  (pH = 7, a 25 °C)

**Fig. 23** Soluções aquosas de sais com comportamento ácido (cloreto de amónio,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) (A), básico (hipoclorito de sódio,  $\text{NaOCl}$ ) (B) e neutro (nitrato de sódio,  $\text{NaNO}_3$ ) (C).

Como se explica este comportamento?  
 Os sais são compostos iónicos que se dissociam em água. A natureza dos iões que resultam dessa dissociação determina as características da solução do sal.

**Sal derivado de ácido forte e base fraca**  
 Um sal deste tipo é, por exemplo, o nitrato de amónio,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (Fig. 24), que se dissocia segundo a equação:  

$$\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{NO}_3^-(\text{aq})$$
 ... é uma **base muito fraca** (conjugada do ácido forte  $\text{HNO}_3$ ), de modo a aceitar prótons da água:  

$$\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$$
 ... **não ocorre reação, ou seja, não sofre hidrólise** deste composto.  
 ... **amónio,  $\text{NH}_3$ , é um ácido fraco** (conjugado da base fraca  $\text{NH}_4^+$ ) para ceder prótons à água, hidrolisando-se de acordo com a reação química:  

$$\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{OH}^-(\text{aq})$$
 ... **de modo a aumentar a concentração dos iões  $\text{H}_3\text{O}^+$  em solução, tornando-a ácida.**

**Fig. 24**  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , fertilizante utilizado na agricultura.

Em 2020 uma enorme explosão teve lugar no porto de Beirute, no Líbano. A explosão teve origem num armazém de nitrato de amónio e causou mais de 200 mortos, milhares de feridos e grandes danos materiais.  
 Faça uma **pesquisa** sobre o nitrato de amónio, evidenciando:  
 • como é constituído;  
 • como se obtém;  
 • algumas das suas aplicações;  
 • os perigos associados à manipulação, armazenagem e transporte deste composto.  
 Comunique as suas conclusões à turma.

Destruição no porto de Beirute.

p. 119



- Apresentação  
- Animação

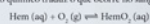
### Mais além

#### O metabolismo como processo biológico natural de oxidação-redução

No metabolismo dos seres vivos ocorrem reações de oxidação-redução. O sangue contém uma substância, a hemoglobina, Hem, que em contacto com o dióxido de azoto,  $\text{O}_2$  (g), origina a oxi-hemoglobina,  $\text{HemO}_2$ .



Esta substância é responsável pelo transporte de oxigénio para as células, onde ocorrem reações de oxidação-redução.  
 O seguinte equilíbrio químico traduz o que ocorre no sangue:



1. Mostre que a transformação de Hem (aq) em  $\text{HemO}_2$  (aq) é uma reação de oxidação-redução.
  2. A medida que uma pessoa se desloca para locais de maior altitude, a quantidade e a pressão parcial de dióxido de azoto,  $\text{O}_2$ , no ar vai diminuindo. Indique, justificando, em que sentido evolui o sistema químico nesta situação.
  - 2.2 O que acontece à concentração da oxi-hemoglobina,  $\text{HemO}_2$ , nesta situação?
  - 2.3 Muitos atletas fazem treinos a grandes altitudes. Que consequências poderá trazer a variação da concentração de hemoglobina no sangue?
- Apresente as suas conclusões à turma.

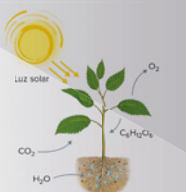


#### A fotossíntese

A fotossíntese é um processo fundamental para a manutenção dos ecossistemas. Para que esta reação ocorra é necessária energia proveniente da luz solar. A equação química seguinte representa o resultado geral da fotossíntese que mostra que o dióxido de carbono,  $\text{CO}_2$ , é removido da atmosfera pelas plantas fotossintéticas e certos microrganismos.



1. **Pave** que se trata de uma reação de oxidação-redução.
2. **Investigue** se a fotossíntese também ocorre para todas as radiações do espetro eletromagnético.



### Mais além

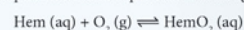
#### O metabolismo como processo biológico natural de oxidação-redução

No metabolismo dos seres vivos ocorrem reações de oxidação-redução. O sangue contém uma substância, a hemoglobina, Hem, que em contacto com o dióxido de azoto,  $\text{O}_2$  (g), origina a oxi-hemoglobina,  $\text{HemO}_2$ .



Esta substância é responsável pelo transporte de oxigénio para as células, onde ocorrem reações de oxidação-redução.

O seguinte equilíbrio químico traduz o que ocorre no sangue:



Mais além  
Articulação  
interdisciplinar

**3 Soluções e equilíbrio de solubilidade**

A água do mar é um exemplo de uma solução aquosa extremamente complexa, contendo dissolvidos gases da atmosfera como o dióxido de carbono,  $O_2$  (g), e o dióxido de carbono,  $CO_2$  (g), bem como uma grande quantidade de sais. Estes sais minerais dissolvidos na água do mar encontram-se na forma iônica (Fig. 55).

Contudo, os gases são, em geral, pouco solúveis em líquidos. A solubilidade dos gases em líquidos depende, fundamentalmente, da temperatura e da pressão.

**Aumentando a temperatura, o líquido tende a «expulsar» o gás e a solubilidade do gás diminui (Fig. 56).**

**Fig. 56** Variação da solubilidade dos gases dióxido de carbono e dióxido de nitrogênio em água, em função da temperatura.

De acordo com o gráfico da Fig. 56, verifica-se que a 30 °C a quantidade máxima de dióxido de carbono,  $CO_2$ , que se dissolve em água é muito menor do que a que se dissolve a 0 °C.

**Mais além**

**De que forma a solubilidade dos gases a diferentes temperaturas afeta as reservas de pesca?**

Partindo da análise da Fig. 56, justifique por que razão as regiões mais importantes de pesca marinha do mundo se situam nas regiões frias.

**Aumentando a pressão sobre o gás, está-se, de certo modo, a «empurrar» o gás para dentro do líquido, e a solubilidade do gás aumenta (Fig. 57).**

**Fig. 57** Variação da solubilidade dos gases dióxido de carbono e dióxido de nitrogênio em água, em função da pressão.

**Fig. 55** Percentagem em massa dos iões mais abundantes na água do mar.

56,69%	3,76%
3,74%	1,27%
1,07%	0,18%
0,06%	0,02%

Legenda: Cloreto, Sódio, Sulfato, Magnésio, Cálcio, Potássio

**26.** Tenha em atenção o gráfico da Fig. 56. Indique qual dos gases,  $O_2$  ou  $N_2$ , é mais solúvel a 20 °C.

p. 175

**Mais além**

**De que forma a solubilidade dos gases a diferentes temperaturas afeta as reservas de pesca?**

Partindo da análise da Fig. 56, justifique por que razão as regiões mais importantes de pesca marinha do mundo se situam nas regiões frias.

**Aumentando a pressão sobre o gás, está-se, de certo modo, a «empurrar» o gás para dentro do líquido, e a solubilidade do gás aumenta (Fig. 57).**

**Mais além**

**CTSA com soluções para o Professor**



**PROFESSOR**

**Solução para Mais Além**

A temperaturas mais baixas a quantidade de  $O_2$  dissolvido na água do mar é maior, logo há condições mais favoráveis para o desenvolvimento dos peixes.

# Questões para resolver

## Exercícios diversificados no fim de cada tópico

### CONCEITOS ESSENCIAIS

#### Domínio 2 Reações em sistemas aquosos

#### CONCEITOS ESSENCIAIS

**Equilíbrio de solubilidade**  
Equilíbrio químico heterogéneo que se estabelece entre um sólido e os respetivos iões na solução saturada.

**Produto de solubilidade,  $K_s$**   
Produto das concentrações dos iões na solução saturada em equilíbrio com o precipitado sólido, elevada aos respetivos coeficientes estequiométricos. Para um dado sal, só depende da temperatura.

**Quociente da reação de solubilidade,  $Q_s$**   
Produto das concentrações dos iões em solução de um sal pouco solúvel, elevada aos respetivos coeficientes estequiométricos.

**Formação de precipitado**  
Ocurre formação de precipitado quando as concentrações dos iões do sal em solução foram superiores às que levam à saturação da solução nesse sal.

**PROFESSOR - ALLIUM**

- adigital
- Quiz
- Teste Interativo
- Equilíbrio de solubilidade
- Formação de precipitados
- Teste Interativo
- Formação de precipitados

#### Questões para resolver

#### Equilíbrio de solubilidade e solubilidade de sais

- Escreva as expressões do produto de solubilidade dos sais, relativas aos equilíbrios químicos seguintes.
  - $AgBr(s) \rightleftharpoons Ag^+(aq) + Br^-(aq)$
  - $BaF_2(s) \rightleftharpoons Ba^{2+}(aq) + 2 F^-(aq)$
  - $Fe(OH)_3(s) \rightleftharpoons Fe^{3+}(aq) + 3 OH^-(aq)$
  - $Ba_3(PO_4)_2(s) \rightleftharpoons 3 Ba^{2+}(aq) + 2 PO_4^{3-}(aq)$
- Considere a seguinte equação de equilíbrio:
 
$$Pb_3(PO_4)_2(s) \rightleftharpoons 3 Pb^{2+}(aq) + 2 PO_4^{3-}(aq)$$
 Seleccione a expressão que corresponde à expressão do produto de solubilidade,  $K_s$ , para esta reação química.
  - $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$
  - $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$
  - $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$
  - $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$
- Sendo  $s$  a solubilidade de cada sal, estabeleça a correspondência correta entre as colunas I e II.
 

Coluna I	Coluna II
(A) $ZnCrO_4$	1. $K_s = s^2$
(B) $Pb_3(PO_4)_2$	2. $K_s = 4s^5$
(C) $AgCl$	3. $K_s = 27s^4$
(D) $Al(OH)_3$	4. $K_s = 108s^4$
- Somente 5,1 mg de oxalato de cálcio,  $CaC_2O_4$ , se dissolvem em 100 L de água, à temperatura de 25 °C.
  - Escreva a equação química referente ao equilíbrio de solubilidade do oxalato de cálcio,  $CaC_2O_4$ .
  - Seleccione a opção que completamente corretamente a frase: O produto de solubilidade do oxalato de cálcio é...
    - $1,27 \times 10^{-4}$
    - $1,27 \times 10^{-5}$
    - $2,27 \times 10^{-5}$
    - $2,27 \times 10^{-6}$
  - Seleccione a opção que completa corretamente a frase seguinte: Numa solução saturada de cromato de bário,  $BaCrO_4$ , a temperatura ambiente, a concentração em iões de cromato,  $CrO_4^{2-}$ , é...
    - $1,0 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$
    - $1,0 \times 10^{-5} \text{ mol dm}^{-3}$
    - $1,0 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$
    - $1,0 \times 10^{-7} \text{ mol dm}^{-3}$

#### 3 Soluções e equilíbrio de solubilidade

- A presença do ião mercúrio( $2^+$ ),  $Hg^{2+}$ , nas águas de oceanos, lagos e rios é extremamente prejudicial para os seres vivos. Um dos processos de diminuir a quantidade de  $Hg^{2+}$  dissolvido é provocar a sua reação com o ião sulfureto,  $S^{2-}$ , de modo a obter sulfureto de mercúrio,  $HgS$ , que é um sal cujo produto de solubilidade,  $K_s$ , é  $9,0 \times 10^{-52}$ , a 25 °C.
  - Escreva a equação química referente ao equilíbrio de solubilidade do sulfureto de mercúrio.
  - Seleccione a opção que completa corretamente a frase seguinte: O volume de água, expressa em  $dm^3$ , necessário para que se possa encontrar um único ião,  $Hg^{2+}$ , numa solução saturada de sulfureto de mercúrio é...
    - 49,4  $dm^3$
    - 12,4  $dm^3$
    - 15,4  $dm^3$
    - 58,4  $dm^3$
  - Considere que o volume de água existente no nosso planeta é, aproximadamente,  $4 \times 10^{21} \text{ dm}^3$ . Este volume de água será suficiente para solubilizar 1 mol de  $HgS$ ? Justifique a sua resposta.
- A massa molar de um sal, genericamente representado por XY, é 125,00 g  $mol^{-1}$ . O produto de solubilidade,  $K_s$ , deste sal é  $1,6 \times 10^{-9}$ .
  - 4,0  $\times 10^{-1} \text{ g}$
  - 4,0  $\times 10^{-2} \text{ g}$
  - 5,0  $\times 10^{-3} \text{ g}$
  - 3,0  $\times 10^{-4} \text{ g}$
- Numa solução aquosa, a 25 °C, existem em igual quantidade de matéria iões  $Ca^{2+}$  e  $Ba^{2+}$ . Dados:  $K_s[CaSO_4] = 4,93 \times 10^{-5}$ ;  $K_s[BaSO_4] = 1,08 \times 10^{-10}$ . Escolha a opção que completa de forma correta a frase seguinte.
  - Si for 1 gota o conc. (mg, l) coltar
  - Alcort no cop do de
  - A conc. emica cio no
  - A mes em ágs di que

Se se adicionar, gota a gota, ácido sulfúrico,  $H_2SO_4(aq)$ , à solução, verifica-se que...

- começa por precipitar sulfato de bário,  $BaSO_4$ , até não existirem mais iões  $Ba^{2+}$  na solução. Só então começará a precipitar sulfato de cálcio,  $CaSO_4$ .
- começa por precipitar sulfato de cálcio,  $CaSO_4$ , até não existirem mais iões  $Ca^{2+}$  na solução. Só então começará a precipitar o sulfato de bário,  $BaSO_4$ .
- só ocorre precipitado de sulfato de bário,  $BaSO_4$ , seja qual for a quantidade de ácido sulfúrico que se adicione.
- Três copos de precipitação, 1, 2 e 3, contêm volumes iguais de soluções aquosas saturadas de nitrato de prata, iodeto de prata e brometo de prata, respetivamente. Todas as soluções encontram-se à temperatura de 25 °C.

Dados:  $K_s[AgNO_3] = 2$ ;  $K_s[AgI] = 8,52 \times 10^{-17}$ ;  $K_s[AgBr] = 5,0 \times 10^{-13}$

Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte:

- Si for 1 gota o conc. (mg, l) coltar
- Alcort no cop do de
- A conc. emica cio no
- A mes em ágs di que

#### PROFESSOR

**Soluções**

- $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$
- $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$
- $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$
- $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$
- (A)
- $1,27 \times 10^{-5}$
- $Hg^{2+}(aq) + S^{2-}(aq) \rightleftharpoons HgS(s)$
- Não serão necessários  $3,33 \times 10^{21} \text{ dm}^3$  de água.
- (A)
- (A)
- (B)

**Detalhe do Professor**  
Ficha Formadora 9  
Quanto de aula 9

Soluções na margem do Manual Professor

Soluções projetáveis, uma a uma, a partir da



**Quiz**

**Teste Interativo**

pp. 190/191

**Grau de dificuldade identificado**



# Páginas apelativas, com uma apresentação motivadora dos conteúdos

### 1.4 Química verde

A produção ininterrupta de novos materiais, baseada nos progressos industriais e tecnológicos da humanidade, levou ao consumo, muitas vezes excessivo e descontrolado, de recursos esgotáveis, assim como a um aumento da poluição ambiental. Esta situação conduziu ao conceito de **química verde**, também conhecida como «química limpa».

#### O que é a química verde?

A definição de química verde surgiu pela primeira vez em 1991, e de acordo com a IUPAC, consiste na «invenção, desenvolvimento e aplicação de processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas» (Fig. 11).

Fig. 11 As fontes de poluição dos solos, das águas e do ar são uma forte preocupação de química verde.

Posteriormente, o termo substâncias perigosas foi entendido como substâncias nocivas, tanto que previne até hoje.

#### Qual é o objetivo da química verde?

A química verde surge no decurso da década de 80 do século XX, com o objetivo de controlar o desenvolvimento económico e o progresso social, tendo em atenção os problemas de poluição química e o esgotamento de recursos.

Com base na definição de química verde, o grande objetivo deste ramo da ciência é **reduzir**, no que diz respeito aos processos químicos e industriais:

- o consumo de energia
- os materiais descartados na natureza
- a utilização de fontes não renováveis
- o recurso a matérias-primas

### Os doze princípios básicos da química verde

A química verde assenta em doze princípios. São eles:

- 1. Prevenção de resíduos
- 2. Economia atómica
- 3. Uso de matérias-primas renováveis
- 4. Evitar derivados
- 5. Redução de subprodutos
- 6. Análise em tempo real para a prevenção da poluição
- 7. Redução de derivados
- 8. Caráter seguro
- 9. Eficiência energética
- 10. Desenvolvimento de produtos seguros
- 11. Desenvolvimento de processos seguros
- 12. Prevenção de acidentes

### Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Para reduzir a emissão de CO<sub>2</sub>, deve-se:

- Reduzir a utilização de combustíveis fósseis
- Combater a desflorestação
- Prevenir a ocorrência de incêndios (em particular de incêndios florestais)

### Oxidos de nitrogénio (NO<sub>x</sub>)

Pode-se provocar uma diminuição significativa na emissão dos óxidos de nitrogénio, NO<sub>x</sub>:

- Conduzindo mais lentamente
- Integrando catalisadores nos motores dos automóveis de modo que exista uma adequada relação ar-combustível

pp. 32/33

### Economia atómica percentual

Neste contexto, consideram-se **economia atómica percentual**, EA a razão a massa dos átomos dos reagentes incorporados no produto da reação m, e a massa total dos átomos dos reagentes, m', expressa em percentagem.

Exemplo A	Exemplos
Reação de síntese de uranideno de fórmula molecular C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O	Reação de síntese de metano
$C_2H_4 + O_2 \rightarrow C_2H_4O$	$C_2H_6 + O_2 \rightarrow C_2H_6O$
$M(C_2H_4) = 54,09 \text{ g mol}^{-1}$ ; $M(O_2) = 64,06 \text{ g mol}^{-1}$ ; $M(C_2H_4O) = 56,06 \text{ g mol}^{-1}$	$M(C_2H_6) = 30,07 \text{ g mol}^{-1}$ ; $M(O_2) = 64,06 \text{ g mol}^{-1}$ ; $M(C_2H_6O) = 46,07 \text{ g mol}^{-1}$
$EA = \frac{56,06}{54,09 + 64,06} \times 100 = 46,3\%$	$EA = \frac{46,07}{30,07 + 64,06} \times 100 = 41,7\%$
100% de economia atómica: toda a massa dos reagentes está incorporada no produto da reação.	71,6% de economia atómica: toda a massa dos reagentes está incorporada no produto da reação.

p. 139

# Questões globais no fim de cada subdomínio, com tabela para autoavaliação das Aprendizagens Essenciais

### Questões globais

**PROFESSOR**  
Soluções

- 1.8)  $2,6 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$
- 3.1)  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$
- 3.4)  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$
- 4.1)  $4,2 \text{ g mol}^{-1}$
- 4.2)  $2,1 \text{ g mol}^{-1}$
- 5.1)  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$
- 5.2)  $0,2 \text{ mol dm}^{-3}$

3. Considere os seguintes equilíbrios e as constantes de equilíbrio das respetivas reações inversas:

- $H_2CO_3(aq) \rightleftharpoons H_2O(l) + CO_2(g)$ ;  $K_c = 2,22 \times 10^{-4}$
- $N_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 NO(g)$ ;  $K_c = 2,00 \times 10^{-4}$
- $2 HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$ ;  $K_c = 1,00 \times 10^{-2}$
- $2 NOCl(g) \rightleftharpoons 2 NO(g) + Cl_2(g)$ ;  $K_c = 2,13 \times 10^{-2}$

Ordene as reações diretas por ordem crescente da respetiva extensão.

4. O dicloro, Cl<sub>2</sub>, e o dibromo, Br<sub>2</sub>, reagem para formar cloreto de bromo, BrCl, no estado gasoso. A constante de equilíbrio, K<sub>c</sub>, para a síntese do cloreto de bromo, a 500 K, é  $3,3 \times 10^{-2}$ .

$$Cl_2(g) + Br_2(g) \rightleftharpoons 2 BrCl(g)$$

Uma vez atingido o equilíbrio, a concentração de BrCl(g) é  $1,4 \text{ mol dm}^{-3}$ .

3.1) Determine as concentrações de Br<sub>2</sub>(g) e Cl<sub>2</sub>(g) no equilíbrio.

3.2) A concentração inicial de Br<sub>2</sub>(g) é...  
(A)  $6,2 \text{ mol dm}^{-3}$ ; (B)  $8,7 \text{ mol dm}^{-3}$ ; (C)  $7,7 \text{ mol dm}^{-3}$ ; (D)  $9,7 \text{ mol dm}^{-3}$ .

3.3) Determine a percentagem de Cl<sub>2</sub>(g) que se dissociou.

3.4) A ordem de grandeza de K<sub>c</sub> à temperatura considerada, indica-nos que...  
(A) um dos reagentes se consumiu totalmente;  
(B) o produto da reação, BrCl(g), se formou muito lentamente;  
(C) o rendimento da reação é elevado;  
(D) a formação dos reagentes é favorável em relação à formação do produto da reação.

4. Um vaso reator, com a capacidade de  $5,0 \text{ dm}^3$ , contém uma mistura gasosa constituída por  $1,0 \text{ mol}$  de H<sub>2</sub>(g),  $2,5 \text{ mol}$  de N<sub>2</sub>(g) e  $2,0 \text{ mol}$  de NH<sub>3</sub>(g). A mistura gasosa encontra-se à temperatura de  $500 \text{ K}$ , e a essa temperatura a constante de equilíbrio, K<sub>c</sub>, é  $0,50$  para a reação traduzida por:

$$3 H_2(g) + N_2(g) \rightleftharpoons 2 NH_3(g)$$

4.1) Calcule o valor do quociente da reação.

4.2) Com base no valor de Q<sub>c</sub> calculado, indique, justificado, em que sentido vai evoluir o sistema reacional.

5. A formação de SO<sub>2</sub>(g), um dos reagentes utilizados na última etapa da preparação industrial do ácido sulfúrico, pode ser traduzida por:

$$2 S(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 SO_2(g)$$

Na figura seguinte apresenta-se parte de um gráfico das concentrações das três espécies envolvidas na reação considerada, a volume constante, em função do tempo. O sistema, inicialmente em equilíbrio, sofre uma perturbação no instante t<sub>1</sub>, atingindo um novo estado de equilíbrio no instante t<sub>2</sub>.

5.1) O gráfico permite concluir que em t<sub>1</sub>...  
(A) se removeu uma certa quantidade de um componente do sistema;  
(B) se introduziu uma certa quantidade de um componente do sistema;  
(C) se provocou um aumento da temperatura do sistema;  
(D) se provocou uma diminuição da pressão do sistema.

5.2) O gráfico permite concluir que a curva correspondente ao SO<sub>2</sub>(g) é que, no intervalo de tempo t<sub>1</sub> - t<sub>2</sub>, é favorecida a reação...  
(A) (I) - direta; (B) (I) - direta; (C) (II) - inversa; (D) (II) - inversa.

5.3) Uma mistura de SO<sub>2</sub>(g), O<sub>2</sub>(g) e SO<sub>3</sub>(g), em equilíbrio, está contida num recipiente fechado de volume fixo de  $2,00 \text{ dm}^3$ , a uma temperatura T.

Introduziram-se no recipiente  $160,95 \text{ g}$  de SO<sub>2</sub>(g) (M =  $64,06 \text{ g mol}^{-1}$ ) e uma certa massa de O<sub>2</sub>(g).

A concentração de SO<sub>3</sub>(g), na mistura em equilíbrio, era  $0,509 \text{ mol dm}^{-3}$ .

Determine a percentagem de SO<sub>2</sub>(g) que não se converteu em SO<sub>3</sub>(g). Apresente as etapas de resolução.

Exame Nacional 2018, 1.ª Fase (adaptado)

6. O pentacloreto de fósforo, PCl<sub>5</sub>, pode dissociar-se em tricloreto de fósforo, PCl<sub>3</sub>, e dicloro, Cl<sub>2</sub>. Esta reação é traduzida por:

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + Cl_2(g)$$

Um reator de volume variável contém, inicialmente,  $3,00 \text{ mol}$  de PCl<sub>5</sub>(g) e  $0,80 \text{ mol}$  de PCl<sub>3</sub>(g).

O sistema atinge o equilíbrio à temperatura T. Considere que o volume do reator é  $2,5 \text{ dm}^3$  e que não reagiu 90% da quantidade inicial de PCl<sub>5</sub>(g).

6.1) Determine a constante de equilíbrio, K<sub>c</sub>, da reação de decomposição considerada, à temperatura T. Apresente todos os cálculos efetuados.

6.2) Considere que, estando o sistema em equilíbrio, se provoca uma diminuição do volume do reator à temperatura T.

Preveja, fundamentando, como variará a quantidade de PCl<sub>5</sub>. Escreva um texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.

Exame Nacional 2021, 1.ª Fase

7. Adicionou-se um dado volume de uma solução aquosa  $0,10 \text{ mol dm}^{-3}$  de trinitrato de ferro, Fe(NO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>(aq), com o mesmo volume de uma solução aquosa de tiosulfato de sódio, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>(aq)  $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$ , tendo-se obtido uma solução de cor vermelha, devido à formação de íons, FeSCN<sup>2+</sup>(aq).

7.1) Escreva a equação química que traduz este equilíbrio.

7.2) Dissolva-se a solução obtida por três copos de precipitação. A cada copo fez-se uma das seguintes adições:

- água desionizada;
- solução aquosa de NaOH (Fe<sup>3+</sup> reage com OH<sup>-</sup> formando Fe(OH)<sub>3</sub>(s), de cor castanha);
- solução aquosa de tiosulfato de potássio, KSCN(aq).

Relacione os copos A, B e C com as indicações 1, 2 e 3.

**PROFESSOR**  
Soluções

5.3) 73%

6.1)  $1,9 \times 10^{-2}$

6.2) aumenta

Ver pág. 205.

7.1)  $Fe^{3+}(aq) + SCN^{-}(aq) \rightleftharpoons FeSCN^{2+}(aq)$

7.2) A - 2; B - 3; C - 1

**Desfio do Professor**  
Mistura 2

1) Adaptar

- Kahoot
- Estado de equilíbrio e extensão das reações químicas
- Teste interativo
- Teste interativo
- Estado de equilíbrio e extensão das reações químicas

Legenda: 1 - por alcançar; 2 - em processo; 3 - atingido.

## Exercícios adaptados de Exame

**- Kahoot**  
**- Teste interativo**

Tabela para autoavaliação das Aprendizagens Essenciais

**NOVIDADE**

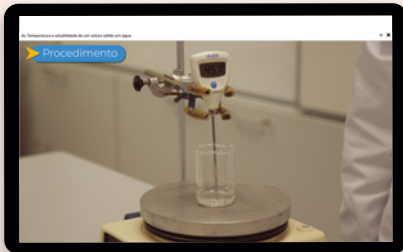
pp. 80/81

# Apoio ao trabalho laboratorial

No Manual, para cada Atividade Laboratorial apresenta-se

- Objetivo
- Questões pré-laboratoriais
- Procedimento experimental
- Registo de resultados
- Tratamento de resultados
- Questões pós-laboratoriais

Vídeos laboratoriais detalhados



## Recursos digitais de apoio a todas as Atividades Laboratoriais

- Apresentação
- Vídeo laboratorial com execução do procedimento
- Resolução de um exercício tipo Exame sobre a AL
- Kahoot®
- Vídeo laboratorial com tratamento de resultados (exclusivo do Professor)

### Atividade Laboratorial

5

#### Temperatura e solubilidade de um soluto sólido em água

**Objetivo:** Investigar o efeito da temperatura na solubilidade de um sólido em água.

**Solubilidade, s,** é a quantidade de soluto existente em 1 dm<sup>3</sup> de solução saturada, a uma dada pressão e temperatura.

$$s = \frac{m}{V}$$

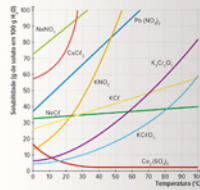
Como qualquer concentração, a solubilidade exprime-se habitualmente em mol dm<sup>-3</sup>, embora por vezes venha expressa em g dm<sup>-3</sup>.

A solubilidade também pode exprime-se em percentagem em massa, % (m/m), de uma solução saturada, que corresponde à massa de soluto existente em 100 g de solvente.

$$s = \frac{\text{massa do soluto}}{100 \text{ g de solvente}} \times 100$$

Um gráfico que relacione as grandezas solubilidade e temperatura designa-se **curva de solubilidade**.

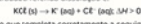
As curvas de solubilidade são úteis para comparar a solubilidade de vários compostos num determinado solvente (por exemplo, água) e também para analisar o modo como a solubilidade varia com a temperatura.



A solubilidade de uma substância pode aumentar ou diminuir com o aumento da temperatura. No entanto, para a maioria dos sais, a solubilidade aumenta com a temperatura.

#### Questões pré-laboratoriais

1. A dissolução do cloreto de potássio em água é um processo endotérmico. A equação química que traduz a referida dissolução é:



Selecione a opção que completa corretamente a seguinte frase. Ao aumentar a temperatura, a solubilidade do cloreto de potássio...

- (A) aumenta.
- (B) diminui.
- (C) mantém-se constante.
- (D) nada acontece.

2. No rótulo de um frasco de nitrato de potássio, KNO<sub>3</sub>, podem encontrar-se os seguintes pictogramas.



Selecione (ou pictogramas) de perigo.

3. O gráfico da figura ao lado corresponde às curvas de solubilidade de cinco sais.

3.1 Adicionamos, sucessivamente, 40,0 g de cada um destes sais a 100 g de água. Selecione a opção que corresponde ao par de sais que a temperatura de 40 °C se encontram completamente dissolvidos em água.

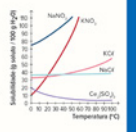
- (A) NaCl e NaNO<sub>3</sub>
- (B) KCl e KNO<sub>3</sub>
- (C) Ca<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> e KCl
- (D) KNO<sub>3</sub> e NaNO<sub>3</sub>

3.2 Para qual dos sais representados no gráfico diminui a solubilidade quando aumenta a temperatura?

#### Atividade Laboratorial

**PROFESSOR**  
Soluções  
1. (A);  
2. (A) e (C);  
3.1 (B);  
3.2 (C)<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>

**PROFESSOR - ALUNO**  
Atividade Laboratorial  
At. Temperatura e solubilidade de um soluto sólido em água



**Material necessário:** termómetro com escala de 0 a 100 °C; quatro vidros de reagente; varreta de vidro; pipeta de 15 mL; pompete; placa de aquecimento; quatro copos de precipitação de 50 mL; balança; suporte universal com garra e mox; papel milimetrado.

**Respostas:** rótulo de potássio; esguicho com água desionizada.

pp. 204/205

Apoio às Atividades Laboratoriais no Dossiê do Professor

## Procedimentos e registos de observações bastante claros

#### Registo de resultados

O registo de resultados pode ser apresentado numa tabela como a seguinte:

Incréments de medição com a balança (g)	Incréments de medição com o termómetro (°C)
g	g
m <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>
m <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>
m <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>
m <sub>4</sub>	T <sub>4</sub>

#### Tratamento de resultados

Determinar a solubilidade de KNO<sub>3</sub> para as diferentes temperaturas, expressa em g/100 g H<sub>2</sub>O.

Trçar a curva de solubilidade do nitrato de potássio, em g/100 g H<sub>2</sub>O em função da temperatura.

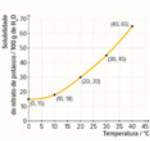
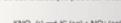
Os resultados podem ser apresentados numa tabela como a seguinte:

Temperatura da formação das primeiras cristais (°C)	Solubilidade do KNO <sub>3</sub> (g/100 g H <sub>2</sub> O)
T <sub>1</sub>	
T <sub>2</sub>	
T <sub>3</sub>	
T <sub>4</sub>	

#### Questões pós-laboratoriais

O nitrato de potássio, KNO<sub>3</sub>, é um sal vulgarmente conhecido por salitre que é utilizado na produção de fertilizantes e explosivos. O gráfico ao lado representa o modo como a solubilidade do nitrato de potássio varia em função da temperatura.

O equilíbrio que se estabelece entre o nitrato de potássio e os iões resultantes da sua dissolução pode ser traduzido pela seguinte equação:



206

1. De acordo com os valores de solubilidade deste sal, indique, justificando, se o valor do produto de solubilidade, K<sub>sp</sub>, será baixo ou elevado.

2. Considere uma solução saturada de nitrato de potássio em que s é a solubilidade, expressa em mol/dm<sup>3</sup>.

2.1 De entre as opções seguintes selecione a que completa de forma correta a frase seguinte:

O intervalo de tempo necessário à dissolução completa do nitrato de potássio, KNO<sub>3</sub>...

(A) depende do estado de divisão do sólido, mas não da agitação da solução.

(B) depende do estado de divisão do sólido e da agitação da solução.

(C) não depende nem do estado de divisão do sólido, nem da agitação da solução.

(D) não depende do estado de divisão do sólido, mas depende da agitação da solução.

2.2 A relação entre a solubilidade, s, e as concentrações dos iões potássio, K<sup>+</sup>, e nitrato, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, na solução aquosa, também expressa em mol/dm<sup>3</sup>, é...

(A)  $s = \frac{[K^+][NO_3^-]}{2}$

(B)  $s = \sqrt{[K^+][NO_3^-]}$

(C)  $s = [K^+][NO_3^-]$

(D)  $s = [K^+]^2[NO_3^-]^2$

3. Considere que o trabalho laboratorial de estudo da solubilidade de nitrato de potássio, KNO<sub>3</sub>, se realizou a temperatura de 30 °C.

Dados: M(KNO<sub>3</sub>) = 101,1 g mol<sup>-1</sup>;

ρ(água) = 1,0 g cm<sup>-3</sup>;

V(solução) = V(sólido).

3.1 Determine a massa que se pode dissolver em 75,0 g de água, de modo a obter uma solução saturada.

3.2 À temperatura considerada, um grupo de alunos conseguiu dissolver 52 g de nitrato de potássio, KNO<sub>3</sub>, em 100 g de água, H<sub>2</sub>O.

O erro relativo, em percentagem, desse valor experimental é...

- (A) 15,6%.
- (B) 14,6%.
- (C) 13,6%.
- (D) 16,6%.

3.3 Determine a solubilidade do nitrato de potássio, KNO<sub>3</sub>, expressa em mol/dm<sup>3</sup> à temperatura de 30 °C e considerando que a solução se encontra saturada.

#### Atividade Laboratorial

**PROFESSOR**  
Soluções  
1. (A);  
2. (A);  
3.1 (B);  
3.2 (A);  
3.3 4,5 mol/dm<sup>3</sup>

**PROFESSOR - ALUNO**  
Atividade Laboratorial  
At. Temperatura e solubilidade

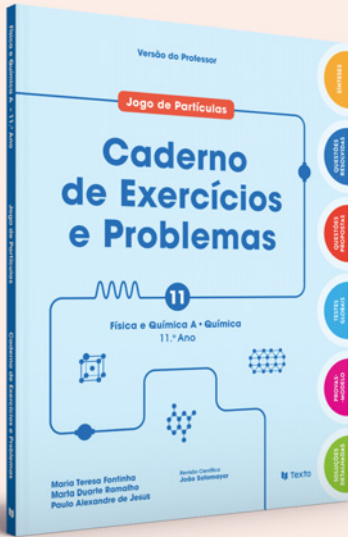
**Atividade Laboratorial**  
At. Temperatura e solubilidade

**Atividade Laboratorial**  
At. Temperatura e solubilidade

pp. 206/207

Anexo de apoio à Atividade Laboratorial 3 com a calculadora gráfica

# Preparação eficaz para o Exame Nacional



## O Caderno de Exercícios e Problemas inclui:

- **Resumos** dos conteúdos teóricos + **questões resolvidas**
- **Questões para resolver** (incluindo questões adaptadas de Exame)
- QR-code que permite aceder **aos conceitos essenciais de 10.º e 11.º anos**
- 3 **provas modelo** relativas à componente de Química do 10.º e 11.º anos
- **Formulário de Exame e Tabela Periódica**

Versão do Professor com soluções na margem.

Versão digital com soluções projetáveis (on/off) em  **auladigital**

**Questões adaptadas de Exame**

**Domínio 2 Reações ácido-básicas**

**Questão resolvida**

1. Quando se quer elevar a temperatura da água de um aquecedor para garantir a melhor sobrevivência de algumas espécies, podem utilizar-se espiras metálicas como resistências elétricas de aquecimento. Para escolher o metal mais adequado a uma destas espiras, fez-se reagir uma solução aquosa de ácido clorídrico, HCl(aq), com três metais diferentes: cobre, Cu, zinco, Zn, e magnésio, Mg. Os resultados obtidos experimentalmente são apresentados na tabela seguinte.

	Cu	Zn	Mg
HCl	Não reage.	Reage. Liberta-se um gás e o metal fica corroído.	Reage violentamente. Liberta-se um gás e o metal reage completamente.

11. Escreva a equação química, na forma iónica, que traduz a reação do ácido clorídrico, HCl(aq), sobre o zinco, Zn(s).

12. Identifique as semirreações de oxidação e de redução.

13. Com base nos dados presentes na tabela, identifique o metal: a) com maior poder redutor, b) com maior poder oxidante.

**Resolução**

11. Escreva a equação química que traduz a reação química do ácido clorídrico sobre o zinco:  $2\text{HCl(aq)} + \text{Zn(s)} \rightarrow \text{ZnCl}_2\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$   
Na forma iónica:  $2\text{H}^+\text{(aq)} + \text{Zn(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}\text{(aq)} + \text{H}_2\text{(g)}$

12. • semirreação de oxidação:  $\text{Zn(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}\text{(aq)} + 2\text{e}^-$   
• semirreação de redução:  $2\text{H}^+\text{(aq)} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\text{(g)}$

13. De acordo com os dados da tabela, verifica-se que: • se o zinco metálico, Zn, reage como ácido clorídrico, HCl(aq), isto significa que o íon  $\text{Zn}^{2+}$  tem menor poder oxidante do que o íon  $\text{H}^+$ ; • se o magnésio metálico, Mg(s), reage violentamente com o ácido clorídrico, HCl(aq), isto significa que o íon magnésio,  $\text{Mg}^{2+}$ (aq), tem menor poder oxidante do que o íon  $\text{H}^+$ (aq); • se o cobre metálico, Cu(s), não reage com o ácido clorídrico, HCl(aq), é porque o íon  $\text{Cu}^{2+}$  tem maior poder oxidante do que o íon  $\text{H}^+$ (aq).

Conclusão: • o metal que apresenta maior poder redutor é o magnésio, Mg; • o metal que apresenta maior poder oxidante é o cobre, Cu.

p. 92

### 2.2 Constante de equilíbrio e quociente da reação

- Constante de equilíbrio em sistemas homogêneos
- Cálculos baseados na constante de equilíbrio
- Quociente da reação

**Em Síntese**

**Constante de equilíbrio em sistemas homogêneos**

Para uma dada reação existem vários estados de equilíbrio possíveis, pois as quantidades das substâncias presentes no equilíbrio dependem das quantidades iniciais dos reagentes. No entanto, à mesma temperatura e para uma mesma reação, há uma relação que se mantém constante – a **constante de equilíbrio,  $K_c$** .

Considere-se a reação reversível genérica:

$$a\text{A} + b\text{B} \rightleftharpoons c\text{C} + d\text{D}$$

onde a, b, c e d são os coeficientes estequiométricos,  $K_c$  é dada por:

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

**Atenção:**  $K_c$  é adimensional.

À temperatura, o valor de  $K_c$  de uma dada reação não varia com a extensão da reação.

**Atenção:**  $K_c$  é muito superior à extensão da reação inversa.

Se  $K_c$  for muito baixa ( $K_c \ll 1$ ), então o equilíbrio há muito reagentes do que de produtos da reação. A extensão da reação não é muito superior à extensão da reação direta.

Se  $K_c$  for muito elevada ( $K_c \gg 1$ ), então o equilíbrio há muito produtos da reação do que de reagentes. A extensão da reação é muito superior à extensão da reação inversa.

Se  $K_c$  for muito superior nem muito inferior a 1, então o equilíbrio há muito reagentes e de produtos da reação presentes no equilíbrio.

Atenção: A extensão da reação direta e a da reação inversa são diferentes.

Manuel JP1 pp. 54 e 56

### 2 Estado de equilíbrio e extensão das reações químicas

**Questões resolvidas**

1. Um recipiente de 2,00 dm<sup>3</sup> de capacidade contém, a 395 °C, uma mistura em equilíbrio, de acordo com a equação química seguinte:

$$\text{CO(g)} + \text{C}_2\text{(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)}$$

As quantidades presentes no equilíbrio, a essa temperatura, são  $1,20 \times 10^{-2}$  mol de CO(g) e  $2,50 \times 10^{-2}$  mol de C<sub>2</sub>(g).

A constante de equilíbrio à temperatura considerada é  $1,23 \times 10^4$ .

Determine a quantidade de CO<sub>2</sub>(g) presente no equilíbrio.

**Resolução**

Determinação da quantidade de CO<sub>2</sub>(g) presente no equilíbrio:

Estrutura do raciocínio	Cálculos a efetuar
Determinação das concentrações dos reagentes.	$[\text{CO}] = \frac{n}{V} \Rightarrow [\text{CO}] = \frac{1,20 \times 10^{-2}}{2,00} \Rightarrow [\text{CO}] = 6,00 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3}$ $[\text{C}_2] = \frac{n}{V} \Rightarrow [\text{C}_2] = \frac{2,50 \times 10^{-2}}{2,00} \Rightarrow [\text{C}_2] = 1,25 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
Expressão da constante de equilíbrio para esta reação.	$K_c = \frac{[\text{CO}_2]}{[\text{CO}] \cdot [\text{C}_2]}$
Determinação da constante de equilíbrio.	$1,23 \times 10^4 = \frac{[\text{CO}_2]}{6,00 \times 10^{-3} \cdot 1,25 \times 10^{-2}} \Rightarrow [\text{CO}_2] = 9,22 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$
Determinação da quantidade de CO <sub>2</sub> presente no equilíbrio.	$n = c \cdot V \Rightarrow n = 9,22 \times 10^{-2} \cdot 2,0 \Rightarrow n = 1,84 \times 10^{-1} \text{ mol CO}_2$

**Resposta:** No equilíbrio está presente  $1,84 \times 10^{-1}$  mol de CO<sub>2</sub>.

2. A reação química entre o monóxido de carbono e o vapor de água pode ser traduzida pela seguinte equação química:

$$\text{CO(g)} + \text{H}_2\text{O(g)} \rightleftharpoons \text{CO}_2\text{(g)} + \text{H}_2\text{(g)}$$

Num reator com a capacidade de 50,0 L. Introduziu-se, a uma dada temperatura, 1,00 mol de CO(g).

No equilíbrio, verificou-se que a concentração de CO<sub>2</sub>(g) é  $8,6 \times 10^{-3}$  mol dm<sup>-3</sup>.

Sabendo que a constante de equilíbrio é 0,58, determine a concentração do vapor de água presente no equilíbrio.

pp. 36/37

Inclui tabelas que ajudam a **estruturar o raciocínio** e mostram de forma clara e objetiva as diferentes **etapas de resolução**



3 provas modelo de Exame com Química do 10.º e 11.º anos

Prova Modelo 1

Química – 10.º e 11.º Anos Duração da Prova: 120 minutos

1. As moléculas de água, H<sub>2</sub>O, dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, amoníaco, NH<sub>3</sub>, e metano, CH<sub>4</sub>, têm estruturas definidas que correspondem a propriedades físicas e químicas distintas.  
Dados: H, C, N, O.

Selecione a afirmação verdadeira.

(A) Na molécula de metano, CH<sub>4</sub>, existem quatro eletrões partilhados.  
(B) As moléculas de CO<sub>2</sub> e de H<sub>2</sub>O, por possuírem igual número de átomos, apresentam igual geometria espacial.  
(C) O ângulo de ligação na molécula de NH<sub>3</sub> é superior ao ângulo de ligação na molécula de H<sub>2</sub>O.  
(D) As moléculas de CO<sub>2</sub> e de CH<sub>4</sub> são polares.

2. As moléculas de amoníaco, NH<sub>3</sub>, e de dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, são constituídas no seu conjunto por átomos de hidrogénio, carbono, nitrogénio e oxigénio.  
Selecione a afirmação correta.

(A) A configuração eletrónica do nitrogénio é 1s<sup>2</sup> 2s<sup>2</sup> 2p<sup>5</sup>.  
(B) O carbono, o nitrogénio e o oxigénio são elementos do mesmo período da Tabela Periódica.  
(C) O raio atómico do oxigénio é superior ao raio atómico do nitrogénio.  
(D) A primeira energia de ionização do carbono é superior à primeira energia de ionização do oxigénio.

3. O dióxido de carbono, CO<sub>2</sub>, desempenha um papel importante na regulação da temperatura superficial da Terra. O teor médio de CO<sub>2</sub> na troposfera tem aumentado de forma contínua nos últimos 150 anos, apresentando atualmente um valor aproximado de 3,9 × 10<sup>-3</sup> % em volume, % (V/V).  
Dados: ρ(ar) = 1,29 g dm<sup>-3</sup>; M(CO<sub>2</sub>) = 44,01 g mol<sup>-1</sup>.

3.1 Selecione a alternativa que permite calcular a percentagem em volume de dióxido de carbono no ar atmosférico.

(A)  $\% (V/V) = \frac{\frac{m}{44,01} \times V_a}{V} \times 100$  (C)  $\% (V/V) = \frac{\frac{m}{44,01} \times V}{V_a} \times 100$   
(B)  $\% (V/V) = \frac{\frac{m}{44,01}}{V \times V_a} \times 100$  (D)  $\% (V/V) = \frac{\frac{m}{44,01} \times V_a}{V} \times 100$

3.2 Exprima a concentração de CO<sub>2</sub> em ppm, nas condições PTN.  
Apresente todos os cálculos efetuados.

Prova Modelo 1

4. A reação de combustão do metano (gás natural), CH<sub>4</sub>, pode ser traduzida através da seguinte equação química:  
 $\text{CH}_4(\text{g}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{g})$ ;  $\Delta H = -808 \text{ kJ}$   
Dados: E(C-H) = 412 kJ mol<sup>-1</sup>; E(C-O) = 800 kJ mol<sup>-1</sup>; E(O-H) = 463 kJ mol<sup>-1</sup>.

4.1 Selecione a afirmação correta.

(A) A energia das ligações quebradas nos reagentes é superior à energia das ligações formadas nos produtos da reação.  
(B) Na reação de combustão do metano, o número de ligações nos reagentes é diferente do número de ligações nos produtos da reação.  
(C) A energia de formação de 1 mol de H<sub>2</sub>O (g) é 808 kJ.  
(D) A energia das ligações quebradas nos reagentes é inferior à energia das ligações formadas nos produtos da reação.

4.2 Determine a energia da ligação dupla oxigénio-oxigénio, na molécula de dióxigénio.

4.3 Na reação de combustão do metano o combustível não reage completamente, mesmo que exista dióxigénio, O<sub>2</sub> (g), em excesso.  
Considere que nesta reação de combustão, por cada mole de CH<sub>4</sub> (g), 0,016 mol não reagiram, apesar de existir um excesso de 5,0% de O<sub>2</sub> (g).  
Admita que, além da reação considerada, não ocorrem outras reações.  
Determine, por cada mole de CH<sub>4</sub> (g), a quantidade de O<sub>2</sub> (g) que não reagiu.  
Explícite o seu raciocínio, indicando todos os cálculos efetuados.

4.4 A variação do número de oxidação do carbono, nesta reação é...  
(A) +4. (B) -4. (C) +8. (D) -8.

5. A tabela seguinte contém os valores das constantes de acidez, K<sub>a</sub>, de alguns ácidos.

Ácido	Constante de acidez, K <sub>a</sub> , a 25 °C
HClO <sub>2</sub>	11,3 × 10 <sup>-2</sup>
HF	6,3 × 10 <sup>-4</sup>
HCNO	3,5 × 10 <sup>-4</sup>
CH <sub>3</sub> COOH	1,8 × 10 <sup>-5</sup>
HCN	6,2 × 10 <sup>-10</sup>

Considere as bases F<sup>-</sup>, CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup> e CN<sup>-</sup>.  
Identifique qual destas bases é a mais fraca.  
Apresente a sua justificação num texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.  
Dado: K<sub>a</sub> = 1,0 × 10<sup>-14</sup>.

6. O dicloreto de chumbo é um sal pouco solúvel em água a 25 °C, mas é solúvel em água em ebulição.  
Com base nesta informação, é correto dizer que...  
(A) o respetivo produto de solubilidade apresenta um valor baixo a 25 °C.  
(B) a dissolução do dicloreto de chumbo na água é um fenómeno exotérmico.  
(C) valores elevados de temperatura favorecem a precipitação do dicloreto de chumbo.  
(D) adicionando a uma solução saturada de dicloreto de chumbo, a 25 °C, um pouco de cloreto de sódio (sólido), a solubilidade do dicloreto de chumbo aumentará.

pp. 115/116

## Aula Digital

- Vídeos Dicas para o Exame com chamadas de atenção para aspetos relevantes **NOVIDADE**
- Atividades interativas de resposta fechada (tipo Exame) com feedback automático
- Simulador de exames online

Plataforma de apoio à Preparação para os Exames

Questões à Medida  
Criação de provas de exame à medida

Exames Nacionais  
Consulta de exames nacionais de anos anteriores e respetivas propostas de resolução

Simular Exame  
Simulação de exame

Ferramenta organizada por domínio que permite simular uma prova de Exame. Todas as questões apresentam cenários de resposta.

# Materiais exclusivos do Professor



## O Dossiê do Professor inclui:

### Planificações

- Planificação anual e a médio prazo
- Planificação semanal **NOVIDADE**

### Avaliação

- 2 fichas de diagnóstico
- 10 fichas formativas
- 10 **questões de aula**
- 5 **minitests** **NOVIDADE**
- 3 testes
- 1 teste sobre as Atividades Laboratoriais
- 1 **prova modelo de Exame** **NOVIDADE**

### Banco de questões

### Recursos complementares

- Grelhas para correção de testes e minitests
- Grelhas para **avaliação por rubricas**
- Apoio às Atividades Laboratoriais **NOVIDADE**
- 3 propostas de **trabalho interdisciplinar** **NOVIDADE**

### Ensino Digital



DOMINGOS FERNANDES

## Avaliar e Aprender numa Cultura de Inovação Pedagógica **NOVIDADE**

### Avaliação baseada em critérios

Uma proposta de orientação prática, que apoia uma efetiva avaliação por rubricas na sala de aula.

Nesta publicação destacamos:

- Avaliação formativa e sumativa: conceitos, propósitos e práticas
- Critérios de avaliação e a sua utilização na avaliação e na classificação
- Diversificação dos processos de recolha de informação
- Participação dos alunos nos processos de avaliação

### Para futuros utilizadores do projeto

Um apoio efetivo à implementação de uma avaliação baseada em critérios, com explicação detalhada sobre a operacionalização em sala de aula.



Consulte o webinar mais recente sobre a temática através do **código QR**

**WEBINAR EXCLUSIVO**



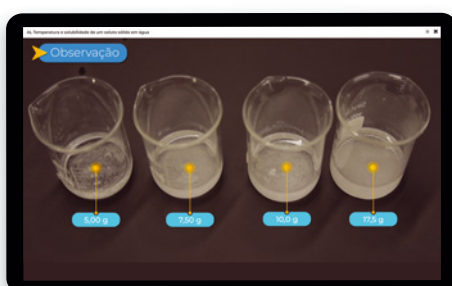
AVALIAÇÃO BASEADA EM CRITÉRIOS

# Recursos Digitais

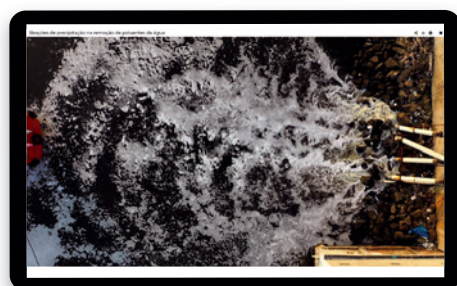
Na Aula Digital pode comunicar com os alunos, partilhar recursos, enviar trabalhos e testes e ter *feedback* automático



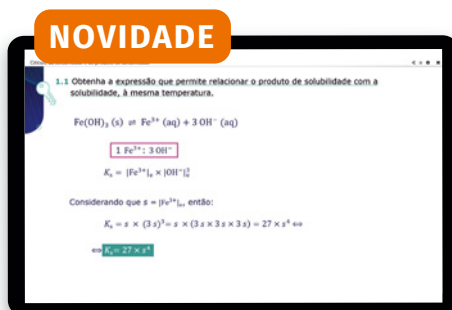
Apresentações PowerPoint®



Vídeos para todas as AL

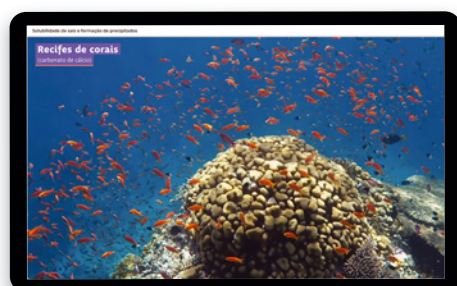


Vídeos *Química no dia a dia*

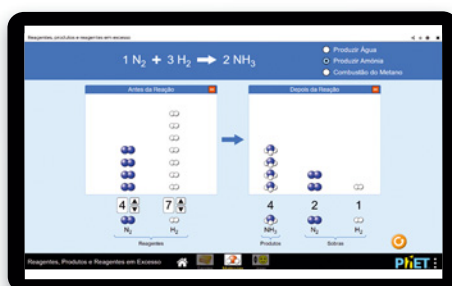


Vídeos com resolução de exercícios passo a passo

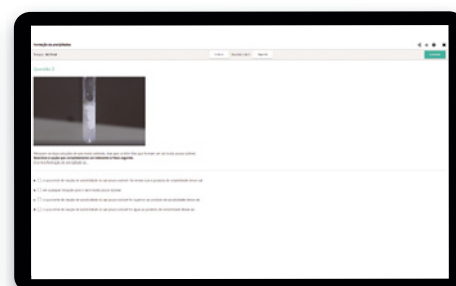
- Apresentações PowerPoint®
- Vídeos para todas as AL - com versão do Professor que inclui tratamento de dados
- Vídeos *Química no dia a dia*
- Vídeos com resolução de exercícios passo a passo
- Animações para apresentação de conteúdos
- Simuladores
- Atividades interativas (com explicação)
- Quizzes e Kahoots®
- Testes interativos



Animações para apresentação de conteúdos



Simuladores



Testes interativos



# Jogo de Partículas 11



## Perfil dos Alunos

Propostas de trabalho na rubrica *Mais Além*, no Manual, que mobilizam diferentes áreas de competências do Perfil dos Alunos. Contém propostas de trabalho adicionais no Dossiê do Professor.



## Autonomia

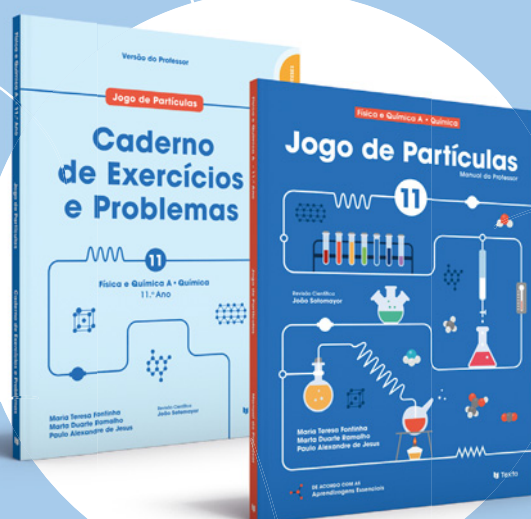
Grande quantidade de questões resolvidas com uma clara apresentação das diferentes etapas de resolução, essenciais para que o aluno compreenda como se resolvem os exercícios e desenvolva a sua autoconfiança.

No Manual, ao longo da explicação teórica surgem na margem pequenas questões de aplicação direta a cujas respostas o aluno não tem acesso. Para as Questões para resolver e Questões globais, mais elaboradas, são-lhe fornecidas as respostas no final do Manual para o apoiar no seu estudo autónomo.



## Prepara para o Exame Nacional

- Questões resolvidas passo a passo e uma grande quantidade e diversidade de questões ao longo do Manual.
- Questões adaptadas de Exame e vídeos explicativos com dicas para o Exame.
- Simulador de Exames.
- Provas modelo no Caderno de Exercícios e Problemas.



## Inclusão

As questões apresentadas no Manual e no Caderno de Exercícios e Problemas têm diferentes níveis de dificuldade, identificados através de um código de cores (verde, amarelo ou vermelho), permitindo aos alunos progredir ao seu próprio ritmo.

No Dossiê do Professor há uma variedade de instrumentos de avaliação que podem ser adaptados a alunos com diferentes ritmos de aprendizagem.



auladigital

## Recursos digitais

- Recursos digitais de grande qualidade pedagógica disponíveis para todos os conteúdos.
- No Manual do Professor estão identificados todos os recursos digitais do aluno e os exclusivos do Professor.

Saiba mais



[www.jogodeparticulas11.te.pt](http://www.jogodeparticulas11.te.pt)



Texto



www.leyaeducacao.com