

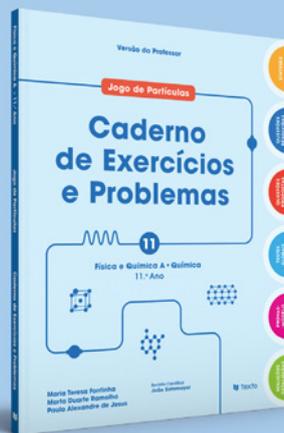
Jogo de Partículas

Física e Química A 11.º ano

Para o Aluno



Manual do Aluno



Caderno de Exercícios e Problemas

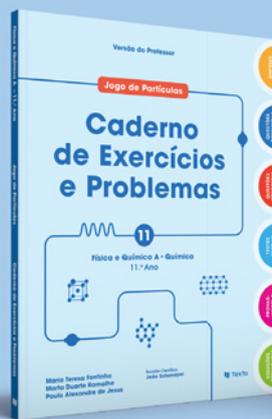
- Texto com destaques do que é essencial
- Propostas de **trabalho interdisciplinar** e que reforçam a ligação dos conteúdos com o **dia a dia**
- **Exercícios resolvidos** com clara definição das **etapas de resolução**
- Grande quantidade e variedade de materiais de apoio ao Professor, nomeadamente 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.

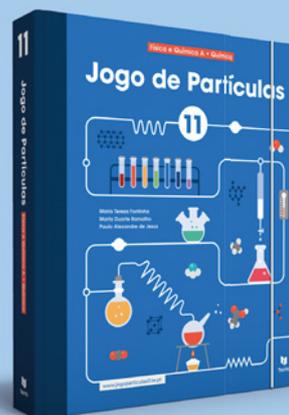
Para o Professor



Manual (edição do Professor)

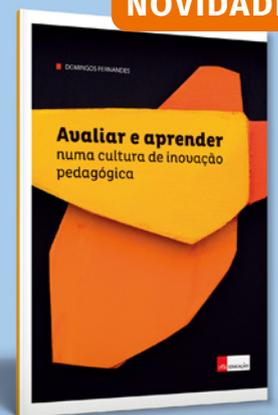


Caderno de Exercícios e Problemas (edição do Professor)



Dossiê do Professor

NOVIDADE



Avaliar e Aprender numa Cultura de Inovação Pedagógica

Manual

Organização facilitadora da prática letiva e do estudo autónomo dos alunos

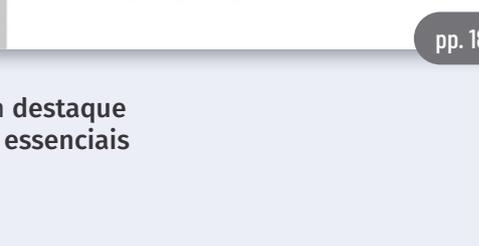
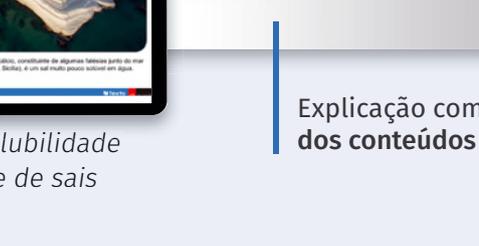
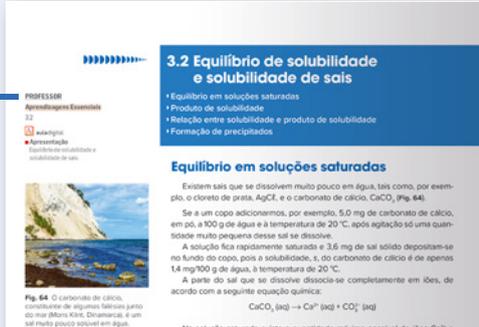
Aprendizagens Essenciais na margem do Manual do Professor



Apresentação



Equilíbrio de solubilidade e solubilidade de sais

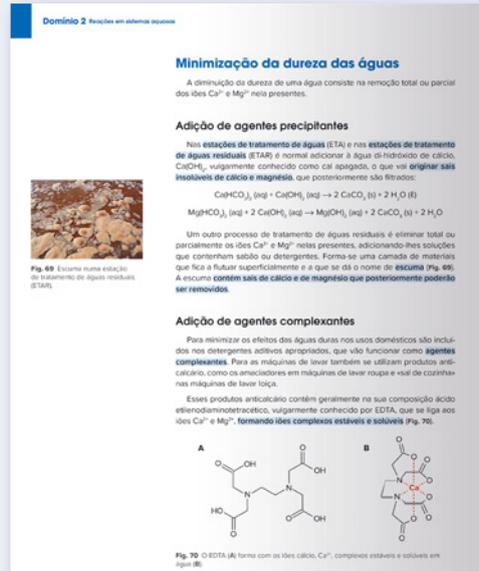


Questões de aplicação imediata na margem, ao lado da explicação teórica

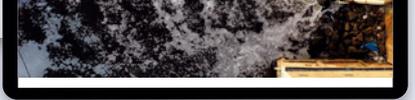
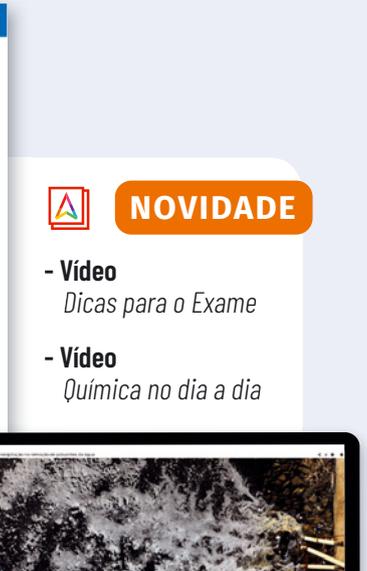
pp. 184/185

Explicação com destaque dos conteúdos essenciais

Esquemas e tabelas a acompanhar o texto explicativo



pp. 198/199



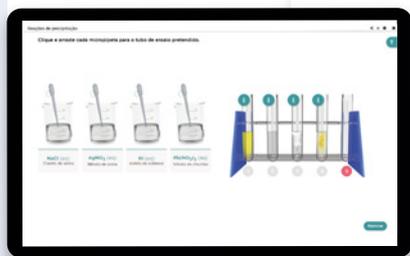
Reações de precipitação na remoção de poluentes da água

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 aquosos

Formação de precipitados

Junta-se volumes aproximadamente iguais de soluções de AgNO_3 e de 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, 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 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 dm³ de água $5,0 \times 10^{-1} \text{ mol}$ de cloreto de cálcio, CaCl_2 , e $2,0 \times 10^{-1} \text{ mol}$ de carbonato de sódio, Na_2CO_3 . A solubilidade do carbonato de cálcio CaCO_3 é $5,80 \times 10^{-9} \text{ mol dm}^{-3}$ 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 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, CaCO_3 , é que é $3,36 \times 10^{-8}$.

1.2 **Determinação da concentração da solução de 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 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 Na_2CO_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 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, PbI_2 , é um sal brânquido à temperatura ambiente e é utilizado como detector de bótons de alta energia, normalmente de raios X e raios gama.

Preveja se ocorre formação de precipitado numa solução aquosa de PbI_2 , com $3,0 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$ em íons Pb^{2+} e $4,5 \times 10^{-1} \text{ mol dm}^{-3}$ em íons I^- . Dado: $K_r(\text{PbI}_2) = 9,8 \times 10^{-8}$.

pp. 188/189

Em Síntese
Sistematização dos conteúdos apresentados

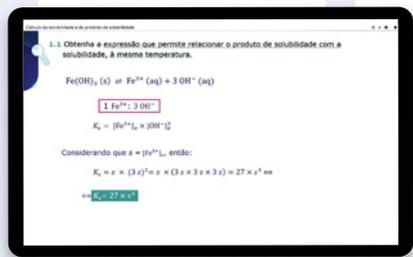
Questão resolvida
Exercícios resolvidos em grande quantidade e com clara identificação das diferentes etapas de resolução

Etapas de resolução bem definidas

Resolução passo a passo de exercícios tipo Exame



- Vídeo resolução
- Atividade



Vídeo resolução

Domínio 2 Resoluções em sistemas aquosos

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/fig
 Apresentação
 Soluções aquosas de sais

PROFESSOR + ALUNO
 Análise/fig
 Atividade
 Soluções aquosas de sais

A Solução de NH_4Cl (pH < 7, a 25 °C) **B** Solução de NaOCl (pH = 7, a 25 °C) **C** Solução de NaNO_3 (pH = 7, a 25 °C)

Fig. 23 Soluções aquosas de sais com comportamento ácido (cloreto de amónio, NH_4Cl) (A), básico (hipoclorito de sódio, NaOCl) (B) e neutro (nitrato de sódio, 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, NH_4NO_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 HNO_3), de para aceitar prótons da água:

$$\text{NO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{não ocorre reação, ou seja, não sofre hidrólise}$$
 ... amónio, NH_4^+ , é um **ácido fraco** (conjugado da base fraca de para ceder prótons à água, hidrolisando-se de acordo com a reação química:

$$\text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq})$$
 ... aumentar a concentração dos iões H_3O^+ em solução, tornando-a ácida.

Fig. 24 NH_4NO_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

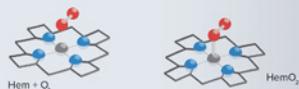


- Apresentação
- Animação

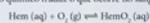
Mais além

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, O_2 (g), origina a oxi-hemoglobina, 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 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, 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, 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.

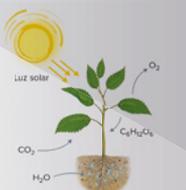


A fotossíntese

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, 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

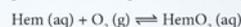
O metabolismo como processo biológico natural de oxidação-redução

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, O_2 (g), origina a oxi-hemoglobina, 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.

3 Soluções e equilíbrio de solubilidade

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

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).

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.

Mais além

CTSA com soluções para o Professor

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 íons na solução saturada.

Produto de solubilidade, K_s

Produto das concentrações dos íons 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 íons em solução de um sal pouco solúvel, elevada aos respetivos coeficientes estequiométricos.

Formação de precipitado

Ocorre formação de precipitado quando as concentrações dos íons do sal em solução foram superiores às que levam à saturação da solução nesse sal.

PROFESSOR - ALLIUM



auladigital

Quiz

Teste Interativo

Quiz

Teste Interativo

Formação de precipitados

Formação de precipitados

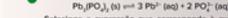
Questões para resolver

Equilíbrio de solubilidade e solubilidade de sais

1. 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)

2. Considere a seguinte equação de equilíbrio:



Selecione a expressão que corresponde à expressão do produto de solubilidade, K_s , para esta reação química.

- $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$
- $K_s = [Pb^{2+}]^2 \times [PO_4^{3-}]^3$
- $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$
- $K_s = [Pb^{2+}]^2 \times [PO_4^{3-}]^3$

3. 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. $K_s = 4s^3$
(C) $AgCl$	3. $K_s = 27s^3$
(D) $Al(OH)_3$	4. $K_s = 108s^4$

4. Somente 5,1 mg de oxalato de cálcio, CaC_2O_4 , se dissolvem em 100 L de água, à temperatura de 25 °C.

4.1 Escreva a equação química referente ao equilíbrio de solubilidade do oxalato de cálcio, CaC_2O_4 .

4.2 Selecione a opção que completamente corretamente a frase: O produto de solubilidade do oxalato de cálcio é...

- $1,27 \times 10^{-4}$
- $1,27 \times 10^{-5}$
- $1,27 \times 10^{-6}$
- $1,27 \times 10^{-7}$

5. Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte: Numa solução saturada de cromato de bário, $BaCrO_4$, a temperatura ambiente, a concentração em íons de cromato, CrO_4^{2-} , é...

- $1,0 \times 10^{-4}$ mol dm^{-3}
- $1,0 \times 10^{-5}$ mol dm^{-3}
- $1,0 \times 10^{-6}$ mol dm^{-3}
- $1,0 \times 10^{-7}$ mol dm^{-3}

Dado: $K_s(BaCrO_4) = 1,0 \times 10^{-6}$.

6. 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.

6.1 Escreva a equação química referente ao equilíbrio de solubilidade do sulfureto de mercúrio.

6.2 Selecione 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

6.3 Considere que o volume de água existente no nosso planeta é, aproximadamente, 4×10^{21} dm^3 . Este volume de água será suficiente para solubilizar 1 mol de HgS ? Justifique a sua resposta.

7. 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 $1,6 \times 10^{-9}$.

A massa máxima de sal, expressa em gramas, que se encontra dissolvido em 800,0 mL de solução aquosa deste sal é...

- $4,0 \times 10^{-3}$ g
- $4,0 \times 10^{-4}$ g
- $5,0 \times 10^{-3}$ g
- $3,0 \times 10^{-3}$ g

8. Numa solução aquosa, a 25 °C, existem em igual quantidade de matéria iões Ca^{2+} e Ba^{2+} .

Dados: $K_s(CaSO_4) = 4,93 \times 10^{-6}$; $K_s(BaSO_4) = 1,08 \times 10^{-10}$.

Escolha a opção que completa de forma correta a frase seguinte:

- Se for 1 gota o conc. (mg/L) coltar
- Acorda no cop do de
- A conc. emica cio no
- A mes em ágs do que

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

(A) começa por precipitar sulfato de bário, $BaSO_4$, até não existirem mais íons Ba^{2+} na solução. Só então começará a precipitar sulfato de cálcio, $CaSO_4$.

(B) o sulfato de cálcio e o sulfato de bário precipitam em simultâneo.

(C) começa por precipitar sulfato de cálcio, $CaSO_4$, até não existirem mais íons Ca^{2+} na solução. Só então começará a precipitar o sulfato de bário, $BaSO_4$.

(D) 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.

Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte: O produto de solubilidade, K_s , de cada um dos sais é...

- 1, 2 e 3

Dados: $K_s(AgNO_3) = 2$; $K_s(AgI) = 8,52 \times 10^{-17}$.

Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte: O produto de solubilidade, K_s , de cada um dos sais é...

- $4,0 \times 10^{-3}$ g
- $4,0 \times 10^{-4}$ g
- $5,0 \times 10^{-3}$ g
- $3,0 \times 10^{-3}$ g

8. Numa solução aquosa, a 25 °C, existem em igual quantidade de matéria iões Ca^{2+} e Ba^{2+} .

Dados: $K_s(CaSO_4) = 4,93 \times 10^{-6}$; $K_s(BaSO_4) = 1,08 \times 10^{-10}$.

Escolha a opção que completa de forma correta a frase seguinte:

- Se for 1 gota o conc. (mg/L) coltar
- Acorda no cop do de
- A conc. emica cio no
- A mes em ágs do que

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

(A) começa por precipitar sulfato de bário, $BaSO_4$, até não existirem mais íons Ba^{2+} na solução. Só então começará a precipitar sulfato de cálcio, $CaSO_4$.

(B) o sulfato de cálcio e o sulfato de bário precipitam em simultâneo.

(C) começa por precipitar sulfato de cálcio, $CaSO_4$, até não existirem mais íons Ca^{2+} na solução. Só então começará a precipitar o sulfato de bário, $BaSO_4$.

(D) 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.

Selecione a opção que completa corretamente a frase seguinte: O produto de solubilidade, K_s , de cada um dos sais é...

- 1, 2 e 3

3 Soluções e equilíbrio de solubilidade

PROFESSOR Soluções

1. I. $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$

II. $K_s = [Pb^{2+}]^2 \times [PO_4^{3-}]^3$

III. $K_s = [Pb^{2+}]^3 \times [PO_4^{3-}]^2$

IV. $K_s = [Pb^{2+}]^2 \times [PO_4^{3-}]^3$

2. (C)

3. (A) $3s^4 = 108s^4$

4. (C) CaC_2O_4 (s) \rightleftharpoons Ca^{2+} (aq) + $C_2O_4^{2-}$ (aq)

5. (A)

6. (B) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (C) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (D) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (E) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (F) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (G) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (H) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (I) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (J) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (K) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (L) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (M) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (N) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (O) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (P) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (Q) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (R) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (S) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (T) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (U) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (V) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (W) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (X) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (Y) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (Z) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AA) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AB) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AC) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AD) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AE) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AF) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AG) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AH) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AI) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AJ) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AK) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AL) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AM) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AN) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AO) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AP) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AQ) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AR) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AS) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AT) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AU) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AV) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AW) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AX) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AY) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

6. (AZ) 1195 dm^3 \rightleftharpoons 1195 dm^3

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. Redução de derivados
- 4. Uso de matérias-primas renováveis
- 5. Evitar os derivados perigosos
- 6. Evitar os reagentes perigosos
- 7. Evitar os solventes perigosos
- 8. Evitar os derivados perigosos
- 9. Evitar os reagentes perigosos
- 10. Evitar os solventes perigosos
- 11. Evitar os derivados perigosos
- 12. Evitar os reagentes perigosos

Economia atómica percentual

Neste contexto, consideramos a **economia atómica percentual**. EA é 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 uradido de fórmula molecular C_2H_4O	Reação de síntese de metano
$C_2H_4 + O_2 \rightarrow C_2H_4O$	$C_2H_6 + O_2 \rightarrow C_2H_6O$
$MC_2H_4 = 54,09 \text{ g mol}^{-1}$; $MC_2H_4O = 56,06 \text{ g mol}^{-1}$	$MC_2H_6 = 30,07 \text{ g mol}^{-1}$; $MC_2H_6O = 46,07 \text{ g mol}^{-1}$
$EA = \frac{56,06}{54,09 + 32,00} \times 100 = 60,91\%$	$EA = \frac{46,07}{30,07 + 32,00} \times 100 = 58,91\%$
$EA = 100\%$	$EA = 71,6\%$

100% de economia atómica: toda a massa dos reagentes está incorporada no produto da reação.

Dióxido de carbono (CO₂)

Para reduzir a emissão de CO₂, 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_x)

Pode-se provocar uma diminuição significativa na emissão dos óxidos de nitrogénio, NO_x:

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

pp. 32/33

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.

3. O dicloro, Cl_2 , e o dibromo, Br_2 , reagem para formar cloreto de bromo, $BrCl$, no estado gasoso. A constante de equilíbrio, K_c , para a síntese do cloreto de bromo, a 500 K , é $33,1 \text{ mol}^{-1}$.

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

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

3.1) Determine as concentrações de $Br_2(g)$ e $Cl_2(g)$ no equilíbrio.

3.2) A concentração inicial de $Br_2(g)$ 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 $Cl_2(g)$ que se dissociou.

3.4) A ordem de grandeza de K_c , 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 $H_2(g)$, $2,5 \text{ mol}$ de $N_2(g)$ e $2,0 \text{ mol}$ de $NH_3(g)$. A mistura gasosa encontra-se à temperatura de 500 K , e a essa temperatura a constante de equilíbrio, K_c , é $0,50$ para a reação traduzida por:

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

4.1) Calcule o valor do quociente da reação.

4.2) Com base no valor de Q_c calculado, indique, justificado, em que sentido vai evoluir o sistema reacional.

5. A formação de $SO_3(g)$, um dos reagentes utilizados na última etapa da preparação industrial do ácido sulfúrico, pode ser traduzida por:

$$2 SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2 SO_3(g) \quad \Delta H < 0$$

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_1 , atingindo um novo estado de equilíbrio no instante t_2 .

5.1) O gráfico permite concluir que em t_1 ...
(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 $SO_3(g)$ é que, no intervalo de tempo t_1 a t_2 , é favorecida a reação...
(A) (I) ... direta. (C) (I) ... direta.
(B) (I) ... inversa. (D) (I) ... inversa.

5.3) Uma mistura de $SO_2(g)$, $O_2(g)$ e $SO_3(g)$, 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 $SO_2(g)$ ($M = 64,06 \text{ g mol}^{-1}$) e uma certa massa de $O_2(g)$.

A concentração de $SO_3(g)$, na mistura em equilíbrio, era $0,509 \text{ mol dm}^{-3}$.

Determine a percentagem de $SO_2(g)$ que não se converteu em $SO_3(g)$. Apresente as etapas de resolução.

Exame Nacional 2018, 1.ª Fase (adaptado)

6. O pentacloreto de fósforo, PCl_5 , pode dissociar-se em tricloreto de fósforo, PCl_3 , e dicloro, Cl_2 . 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 $PCl_5(g)$ e $0,80 \text{ mol}$ de $PCl_3(g)$.

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 $PCl_5(g)$.

6.1) Determine a constante de equilíbrio, K_c , 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_5 . 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, $Fe(NO_3)_3$, (aq), com o mesmo volume de uma solução aquosa de tiosulfato de sódio, $Na_2S_2O_3$ (aq) $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$, tendo-se obtido uma solução de cor vermelha, devido à formação de $Fe(SCN)^{2+}$ (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^{3+} reage com OH^- formando $Fe(OH)_3$, 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) 23%

6.1) $1,8 \times 10^3$

6.2) aumenta

Ver pág. 205.

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

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

Desfio do Professor
Mistureta 2

1) **Adaptar**
- Estado de equilíbrio e extensão das reações químicas
- 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

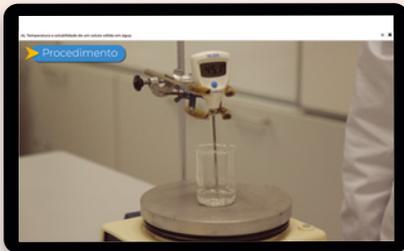
pp. 80/81

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 dm³ de solução saturada, a uma dada pressão e temperatura.

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

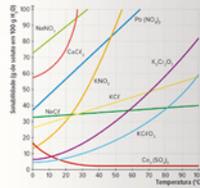
Como qualquer concentração, a solubilidade exprime-se habitualmente em mol dm⁻³, embora por vezes venha expressa em g dm⁻³.

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, KNO₃, 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 à temperatura de 40 °C se encontram completamente dissolvidos em água.

- (A) NaCl e NaNO₃
- (B) KCl e KNO₃
- (C) Ca₂(SO₄)₂ e KCl
- (D) KNO₃ e NaNO₃

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

Atividade Laboratorial

PROFESSOR
Soluções
1. (A) e (D)
3.1 (B)
3.2 Ca₂(SO₄)₂

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

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; quatro copos de precipitação de 50 mL; balança; suporte universal com garra e mox; papel milimetrado.

Respostas: rótulo de nitrato de potássio; esquisito 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.

Incrmento da medição com a balança (g)	Incrmento da medição com o termómetro (°C)
0	0
m ₁	T ₁
m ₂	T ₂
m ₃	T ₃
m ₄	T ₄

Tratamento de resultados

Determinar a solubilidade de KNO₃ para as diferentes temperaturas, expressa em g/100 g H₂O.

Trçar a curva de solubilidade do nitrato de potássio, em mg/100 g H₂O em função da temperatura.

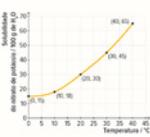
Os resultados podem ser apresentados numa tabela como a seguinte.

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

Questões pós-laboratoriais

O nitrato de potássio, KNO₃, 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:



1. De acordo com os valores de solubilidade deste sal, indique, justificando, se o valor do produto de solubilidade, K_{sp}, será baixo ou elevado.

2. Considere uma solução saturada de nitrato de potássio em que s é a solubilidade, expressa em mol/dm³.

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, KNO₃...

(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⁺, e nitrato, NO₃⁻, na solução aquosa, também expressa em mol/dm³, é...

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

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

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

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

3. Considere que o trabalho laboratorial de estudo da solubilidade de nitrato de potássio, KNO₃, se realizou a temperatura de 30 °C.

Dados: M(KNO₃) = 101,1 g mol⁻¹; ρ(água) = 1,0 g cm⁻³; V(solução) = V(água).

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, KNO₃, em 100 g de água, H₂O.

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, KNO₃, expressa em mol/dm³ à temperatura de 30 °C e considerando que a solução se encontra saturada.

Atividade Laboratorial

PROFESSOR
Soluções
1. Elevado.
2.1 (D).
2.2 (D).
3.1 33,75 g.
3.2 (A).
3.3 0,5 mol/dm³

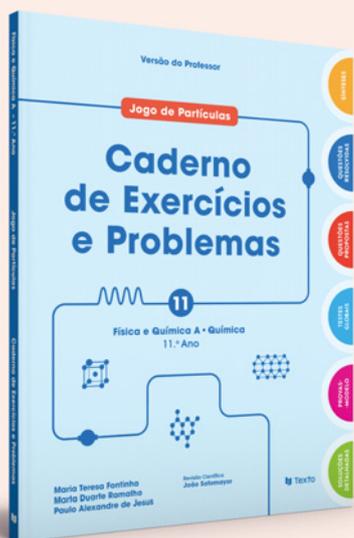
ALUNO
Atividade Laboratorial
At. Temperatura e solubilidade

PROFESSOR - ALUNO
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 Zn^{2+} tem menor poder oxidante do que o íon H^+ ;
• se o magnésio metálico, Mg(s), reage violentamente com o ácido clorídrico, HCl(aq), isto significa que o íon magnésio, Mg^{2+} (aq), tem menor poder oxidante do que o íon H^+ e ainda do que o íon zinco, Zn^{2+} , visto que este reage violentamente com o HCl(aq);
• se o cobre metálico, Cu(s), não reage com o ácido clorídrico, HCl(aq), é porque o íon Cu^{2+} tem maior poder oxidante do que o íon 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, e 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 dá-nos informações sobre as quantidades relativas da reação no equilíbrio. Podemos assim tirar conclusões sobre a direção e sobre o rendimento da reação. Assim: equilíbrio for muito elevada ($K_c \gg 1$), então no equilíbrio há mais produtos da reação do que de reagentes. **A extensão é muito superior à extensão da reação inversa.** Equilíbrio for muito baixa ($K_c \ll 1$), então no equilíbrio há muito reagentes do que de produtos da reação. **A extensão da reação inversa é muito superior à extensão da reação direta.** Equilíbrio não for muito superior nem muito inferior a 1, então reagentes e de produtos da reação presentes no equilíbrio em quantidades semelhantes. **A extensão da reação direta e da reação inversa são semelhantes.**

2 Estado de equilíbrio e extensão das reações químicas

Questões resolvidas

1. Um recipiente de 2,00 dm³ 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 C₂(g). A constante de equilíbrio à temperatura considerada é $1,23 \times 10^4$. Determine a quantidade de CO₂(g) presente no equilíbrio.

Resolução

Determinação da quantidade de CO₂(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 ₂ 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 CO₂.

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 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 CO₂(g) é $8,6 \times 10^{-3}$ mol dm⁻³. 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, H₂O, dióxido de carbono, CO₂, amoníaco, NH₃, e metano, CH₄, 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, CH₄, existem quatro eletrões partilhados.
(B) As moléculas de CO₂ e de H₂O, por possuírem igual número de átomos, apresentam igual geometria espacial.
(C) O ângulo de ligação na molécula de NH₃ é superior ao ângulo de ligação na molécula de H₂O.
(D) As moléculas de CO₂ e de CH₄ são polares.

2. As moléculas de amoníaco, NH₃, e de dióxido de carbono, CO₂, são constituídas no seu conjunto por átomos de hidrogénio, carbono, nitrogénio e oxigénio.
Selecione a afirmação correta.

(A) A configuração eletrónica do nitrogénio é 1s² 2s² 2p⁵.
(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, CO₂, desempenha um papel importante na regulação da temperatura superficial da Terra. O teor médio de CO₂ na troposfera tem aumentado de forma contínua nos últimos 150 anos, apresentando atualmente um valor aproximado de 3,9 × 10⁻³ % em volume, % (V/V).
Dados: ρ(ler) = 1,29 g dm⁻³; M(CO₂) = 44,01 g mol⁻¹.

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 CO₂ em ppm, nas condições PTN.
Apresente todos os cálculos efetuados.

4. A reação de combustão do metano (gás natural), CH₄, 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⁻¹; E(C-O) = 800 kJ mol⁻¹; E(O-H) = 463 kJ mol⁻¹.

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 H₂O (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, O₂ (g), em excesso.
Considere que nesta reação de combustão, por cada mole de CH₄ (g), 0,016 mol não reagiram, apesar de existir um excesso de 5,0% de O₂ (g).
Admita que, além da reação considerada, não ocorrem outras reações.
Determine, por cada mole de CH₄ (g), a quantidade de O₂ (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_a, de alguns ácidos.

Ácido	Constante de acidez, K _a , a 25 °C
HClO ₂	11,3 × 10 ⁻²
HF	6,3 × 10 ⁻⁴
HCNO	3,5 × 10 ⁻⁴
CH ₃ COOH	1,8 × 10 ⁻⁵
HCN	6,2 × 10 ⁻¹⁰

Considere as bases F⁻, CH₃COO⁻ e CN⁻.
Identifique qual destas bases é a mais fraca.
Apresente a sua justificação num texto estruturado, utilizando linguagem científica adequada.
Dado: K_a = 1,0 × 10⁻¹⁴.

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

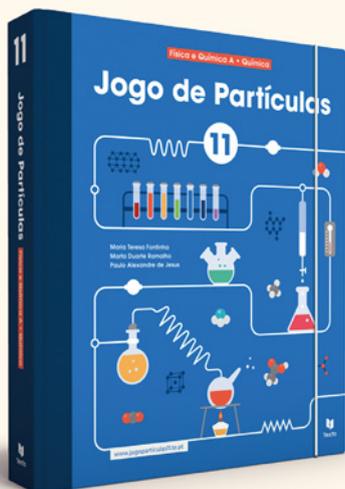
Questões à Medida
Criação de provas de exame à medida

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



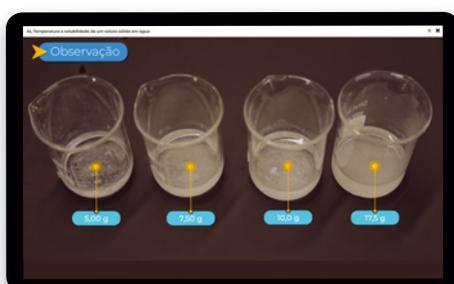
AVALIAÇÃO BASEADA EM CRITÉRIOS

Recursos Digitais

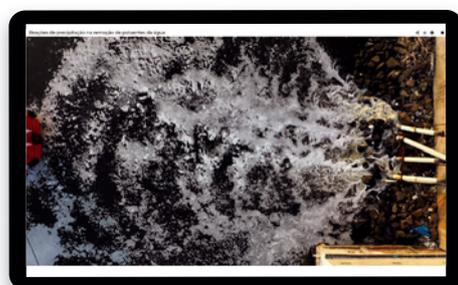
Na Aula Digital pode comunicar com os alunos, partilhar recursos, enviar trabalhos e testes e ter *feedback* automático



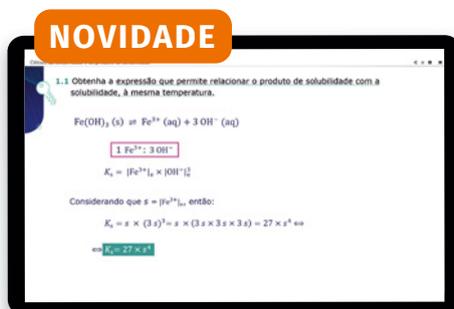
Apresentações PowerPoint®



Vídeos para todas as AL

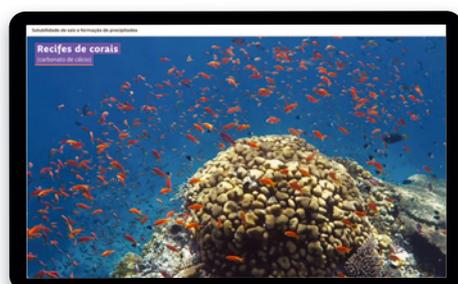


Vídeos *Química no dia a dia*

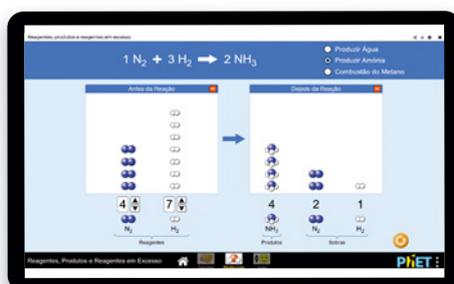


Vídeos com resolução de exercícios passo a passo

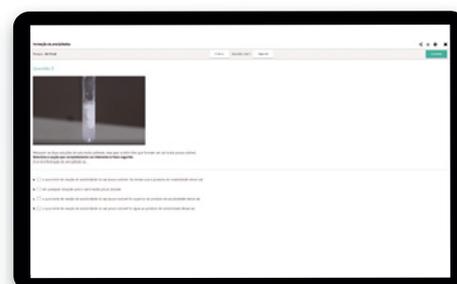
- Apresentações PowerPoint®
- Vídeos para todas as AL - com versão do Professor que inclui tratamento de dados
- Vídeos *Química no dia a dia*
- Vídeos com resolução de exercícios passo a passo
- Animações para apresentação de conteúdos
- Simuladores
- Atividades interativas (com explicação)
- Quizzes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

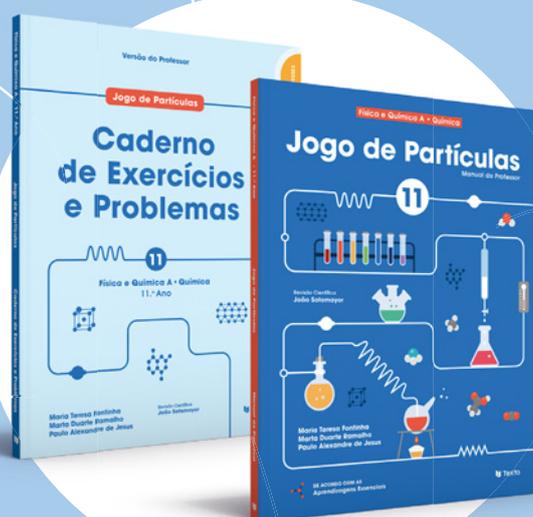
Grande quantidade de questões resolvidas com uma clara apresentação das diferentes etapas de resolução, essenciais para que o aluno compreenda como se resolvem os exercícios e desenvolva a sua autoconfiança.

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



Texto



www.leyaeducacao.com