

GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 51

FÍSICA E QUÍMICA A 11.º ANO

Tema 4: Reações em sistemas aquosos

Subtema 2: Reações ácido-base | equilíbrio químico e aplicações



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A
APRENDIZAGEM?



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

Acidez e basicidade de soluções aquosas de sais

Nem todas as soluções aquosas de sais são neutras. Alguns sais originam soluções básicas, como o bicarbonato de sódio, enquanto outros originam soluções ácidas, como o nitrato de amónio utilizado em fertilizantes. Estas diferenças podem influenciar o pH dos solos, a disponibilidade de nutrientes para as plantas e até a cor das hortênsias. Para compreender e prever estes efeitos, é necessário analisar o comportamento dos iões dos sais em água. Nesta atividade vais aprender a avaliar o carácter ácido, básico ou neutro em soluções aquosas de sais utilizando as constantes de acidez (K_a) e de basicidade (K_b).



O QUE VOU APRENDER?

- Relacionar as concentrações de equilíbrio das espécies químicas envolvidas na ionização de ácidos monoprotónicos fracos (ou de bases) com o pH e a constante de acidez (ou basicidade), tendo em consideração a estequiometria da reação.
- Planear e realizar uma titulação ácido-base, interpretando o significado de neutralização e de ponto de equivalência.
- Avaliar o carácter ácido, básico ou neutro de soluções aquosas de sais com base nos valores das constantes de acidez ou de basicidade dos iões do sal em solução.
- Interpretar a acidez da chuva normal e a formação de chuvas ácidas, explicando algumas das suas consequências ambientais.
- Pesquisar, numa perspetiva intra e interdisciplinar, formas de minimizar a chuva ácida, a nível pessoal, social e industrial, e comunicar as conclusões.



COMO VOU APRENDER?

GTA 49: Ácidos e bases fracos

GTA 50: Titulação ácido-base

GTA 51: Acidez e basicidade de soluções aquosas de sais

GTA 52: Chuva ácida

Tema 4: Reações em sistemas aquosos

Subtema 2: Reações ácido-base: equilíbrio químico e aplicações



GTA 51: Acidez e basicidade de soluções aquosas de sais

Objetivos:

- Avaliar o carácter ácido, básico ou neutro de soluções aquosas de sais com base nos valores das constantes de acidez ou de basicidade dos iões do sal em solução.
- **Recursos e materiais:** manual de Química, caderno diário, calculadora e internet.

TAREFA 1: O pH do solo e a cor das hortênsias**Etapa 1: Observa a figura**

Figura 1 – Exemplares de hortênsia (*Hydrangea macrophylla*) com flores azuis e rosas. Fonte: Adaptado de imagens de Wolfgang Claussen e Frauke Riether (<https://pixabay.com>).

Já reparaste que as hortênsias (*Hydrangea macrophylla*) podem apresentar flores azuis num jardim e rosas noutra, mesmo sendo da mesma espécie?

A cor destas flores depende, entre outros fatores, do pH do solo. Em solos mais ácidos, as flores tendem a ser azuis; em solos neutros ou ligeiramente básicos, tendem a ser rosas. Por isso, jardineiros e agricultores procuram frequentemente controlar o pH dos solos para favorecer o desenvolvimento das plantas.

Mas como é possível alterar o pH de um solo?



Etapa 2: Visualiza o vídeo

Assiste ao vídeo [Soil Chemistry](#).



Se não conseguires visualizar o vídeo, lê o resumo seguinte:

O pH do solo influencia a disponibilidade dos nutrientes necessários ao crescimento das plantas. Solos demasiado ácidos ou demasiado básicos podem dificultar a absorção desses nutrientes pelas raízes. A química do solo depende da presença de diferentes iões e partículas que interagem entre si e ajudam a regular o pH. Por isso, o controlo do pH é um aspeto importante na agricultura e na fertilidade dos solos.

Responde no caderno:

- Como é definida a escala de pH no vídeo? O que significa um solo ter pH inferior a 7? E superior a 7?
- Segundo o vídeo, porque é importante controlar o pH do solo para a saúde das plantas?

Etapa 3: Lê o texto e responde

O vídeo mostra que o pH do solo é determinante para a disponibilidade de nutrientes e para a saúde das plantas. No entanto, não explica por que razão alguns produtos usados na agricultura alteram esse pH. Muitos desses produtos são sais. Por exemplo, o calcário, cujo principal componente é o carbonato de cálcio, CaCO_3 , é usado para corrigir solos ácidos. Já alguns adubos contêm nitrato de amónio, NH_4NO_3 , que pode contribuir para a acidificação do solo. Embora ambos sejam sais, produzem efeitos diferentes no pH.

Responde no caderno:

1. **Com base no texto**, qual dos sais, CaCO_3 ou NH_4NO_3 , prevês que origine uma solução mais básica? **Justifica** a tua resposta.
2. **O cloreto de sódio**, NaCl , é um sal proveniente de um ácido forte, HCl , e de uma base forte, NaOH . **Prevê**, justificando, o carácter da sua solução aquosa.
3. **Achas** que todos os sais originam soluções neutras? **Justifica** a tua resposta.
4. **Com base** na tua previsão para a questão 1: se quisesse tornar o solo de um canteiro de hortênsias mais ácido (para obter flores azuis), qual dos dois sais, CaCO_3 ou NH_4NO_3 , deverias usar? **Justifica**.



TAREFA 2: Recordar e aprofundar

Etapa 1: Exemplo resolvido

Observa com atenção o exemplo resolvido.

Classifica o carácter da solução aquosa de carbonato de sódio, Na_2CO_3 .

Resolução:

1. Identifica os iões em solução: $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}^+(\text{aq}) + \text{CO}_3^{2-}(\text{aq})$

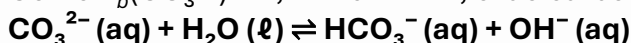
2. Analisa cada ião: Na^+ é catião de base forte (NaOH) \rightarrow não sofre hidrólise.

CO_3^{2-} é base conjugada do ácido fraco HCO_3^- ($K_a = 4,7 \times 10^{-11}$).

Calcula $K_b(\text{CO}_3^{2-})$:

$$K_b(\text{CO}_3^{2-}) = K_w / K_a(\text{HCO}_3^-) = 1,0 \times 10^{-14} / 4,7 \times 10^{-11} = 2,1 \times 10^{-4}$$

Como $K_b(\text{CO}_3^{2-}) = 2,1 \times 10^{-4} > K_w$, o ião carbonato sofre hidrólise como base:



3. Conclusão: A solução aquosa de Na_2CO_3 tem carácter **básico**, pois a hidrólise do ião CO_3^{2-} origina iões OH^- .

Etapa 2: Esquema de raciocínio

Identifica as etapas seguidas para classificar o carácter da solução aquosa de Na_2CO_3 e **registra-as** no caderno sob a forma de um esquema de raciocínio com o título:

O teu esquema deve responder às seguintes perguntas, pela ordem correta:

«**Como classificar o carácter de uma solução aquosa de um sal**»

1. Que iões são formados quando o sal se dissolve em água?
2. Cada ião é proveniente de um ácido forte ou fraco? De uma base forte ou fraca?
3. Qual o valor de K_a ou K_b do ião? Como se calcula a partir do par conjugado?
4. O ião sofre hidrólise? (K_a ou $K_b > K_w$?)
5. Qual é o carácter da solução? (ácido, básico ou neutro?)

Etapa 3: Aplica o exemplo

Com base no exemplo resolvido, **responde** no caderno:

1. Escreve a equação da dissociação do nitrato de amónio, NH_4NO_3 , em água e **identifica** os iões formados.

2. O ião amónio, NH_4^+ , é o ácido conjugado da amónia (NH_3), que tem $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$. **Calcula** $K_a(\text{NH}_4^+)$. **Indica** se o ião amónio sofre hidrólise. **Escreve** a equação da sua hidrólise.

3. Classifica o carácter da solução aquosa de NH_4NO_3 . **Justifica** com base nos valores de K_a e K_b dos iões em solução.



Após teres trabalhado os dois exemplos (Na_2CO_3 e NH_4NO_3), **compara** o teu esquema de raciocínio com a seguinte sistematização e **completa-o** se necessário:

Regras para prever o carácter de uma solução aquosa de um sal:

- Se o sal provém de um ácido **fraco** e de uma base **forte**: o anião A^- é a base conjugada do ácido fraco. Se $K_b(\text{A}^-) > K_W$, A^- sofre hidrólise como base \rightarrow solução **básica** ($\text{pH} > 7$).
- Se o sal provém de um ácido **forte** e de uma base **fraca**: o catião BH^+ é o ácido conjugado da base fraca. Se $K_a(\text{BH}^+) > K_W$, BH^+ sofre hidrólise como ácido \rightarrow solução **ácida** ($\text{pH} < 7$).
- Se o sal provém de um ácido **forte** e de uma base **forte**: nenhum ião sofre hidrólise apreciável \rightarrow solução **neutra** ($\text{pH} = 7$).
- Se o sal provém de um ácido **fraco** e de uma base **fraca**: ambos os iões sofrem hidrólise; o pH depende da relação $K_a(\text{BH}^+) \text{ vs } K_b(\text{A}^-)$. Se $K_a = K_b \rightarrow$ solução **neutra**. Se $K_a > K_b \rightarrow$ solução **ácida**. Se $K_b > K_a \rightarrow$ solução **básica**.

Relação fundamental para pares conjugados:

$$K_a \times K_b = K_W = 1,0 \times 10^{-14} \text{ (a } 25 \text{ }^\circ\text{C)}$$

TAREFA 3: Aplica os conhecimentos

Etapa 1: Resolve o exercício

Exercício:

Na atmosfera, os óxidos de nitrogénio podem originar o ácido nítrico, HNO_3 , um ácido forte, e o ácido nitroso, HNO_2 , um ácido fraco, que contribuem para a acidificação da água da chuva.

Considera soluções aquosas de nitrato de sódio, NaNO_3 , e de nitrito de sódio, NaNO_2 .

- Escreve** as equações de dissociação do nitrato de sódio e do nitrito de sódio em água.
- Indica**, justificando, o carácter (ácido, básico ou neutro) da solução aquosa de NaNO_3 .
- A constante de acidez** do HNO_2 é $K_a \approx 5,1 \times 10^{-4}$, a $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Indica se o ião NO_2^- sofre hidrólise em solução aquosa. **Escreve** a equação da reação que ocorre e classifica o carácter da solução aquosa de NaNO_2 .

(Adaptado do Exame Final Nacional Física e Química A, 2.ª Fase, 2024)



TAREFA 3: Aplica os conhecimentos (continuação)

Etapa 2: Verifica o que aprendeste

Resolve os exercícios do teu manual sobre acidez e basicidade de soluções aquosas de sais.

Compara as tuas respostas com as soluções e com as respostas dos teus colegas.

Regista dúvidas e **revê** os conceitos, se necessário.

Estuda com um colega.



PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 1:

Etapa 2

- **Como é definida a escala de pH no vídeo? O que significa um solo ter pH inferior a 7? E superior a 7?**

Segundo o vídeo, a escala de pH varia de 0 a 14 e mede a concentração de iões hidrogénio presentes no solo. Um solo com pH inferior a 7 é considerado ácido, enquanto um solo com pH superior a 7 é considerado básico ou alcalino. Um solo com pH igual a 7 é neutro.

- **Segundo o vídeo, porque é importante controlar o pH do solo para a saúde das plantas?**

O pH do solo influencia a disponibilidade dos nutrientes necessários ao crescimento das plantas e afeta as reações químicas que ocorrem no solo. Valores de pH inadequados podem dificultar a absorção de nutrientes pelas raízes e prejudicar a atividade dos microrganismos do solo. Por isso, manter um pH adequado é essencial para a fertilidade do solo e para o desenvolvimento saudável das plantas.



TAREFA 1:

Etapa 3

1. Qual dos sais, CaCO_3 ou NH_4NO_3 , prevê que origine uma solução mais básica? Justifica a tua resposta.

O CaCO_3 deverá originar a solução mais básica. O ião carbonato, CO_3^{2-} , é a base conjugada de um ácido fraco (HCO_3^-), pelo que tende a reagir com a água, captando um protão e libertando iões OH^- , comportamento básico. Já o ião amónio, NH_4^+ , é o ácido conjugado de uma base fraca (NH_3), pelo que tende a reagir com a água, cedendo um protão e libertando iões H_3O^+ , comportamento ácido. Assim, a solução de CaCO_3 deverá ser básica e a de NH_4NO_3 deverá ser ácida, sendo a primeira claramente mais básica.

(Esta previsão será confirmada na Tarefa 2, com base nos valores de K_a e K_b .)

2. O cloreto de sódio, NaCl , é um sal proveniente de um ácido forte, HCl , e de uma base forte, NaOH . Prevê, justificando, o carácter da sua solução aquosa.

O NaCl provém de HCl (ácido forte) e NaOH (base forte). Os iões Na^+ e Cl^- são, respetivamente, o catião de uma base forte e o anião de um ácido forte, pelo que não reagem apreciavelmente com a água \rightarrow solução neutra ($\text{pH} = 7$).

3. Achas que todos os sais originam soluções neutras? Justifica a tua resposta.

Não. Alguns iões resultantes da dissociação de um sal reagem com a água (hidrólise), originando soluções ácidas ou básicas. Apenas os sais cujos iões não sofrem hidrólise apreciável (provenientes de um ácido forte e de uma base forte, como o NaCl) originam soluções neutras.

4. Com base na tua previsão para a questão 1: se quisesse tornar o solo de um canteiro de hortênsias mais ácido (para obter flores azuis), qual dos dois sais, CaCO_3 ou NH_4NO_3 , deverias usar? Justifica.

Deveria usar-se o NH_4NO_3 . Tal como previsto na questão 1, a solução aquosa de NH_4NO_3 é ácida (o ião NH_4^+ sofre hidrólise, libertando H_3O^+), o que tornaria o solo mais ácido, condição que favorece a disponibilidade de alumínio e, conseqüentemente, flores azuis. Pelo contrário, o CaCO_3 tornaria o solo mais básico, favorecendo flores rosa.

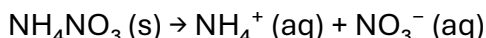


PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

TAREFA 2:

Etapa 3:

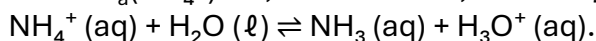
1. **Escreve a equação da dissociação do nitrato de amónio, NH_4NO_3 , em água e identifica os iões formados.**



2. **O ião amónio, NH_4^+ , é o ácido conjugado da amónia (NH_3), que tem $K_b = 1,8 \times 10^{-5}$. Calcula $K_a(\text{NH}_4^+)$. Indica se o ião amónio sofre hidrólise. Escreve a equação da sua hidrólise.**

$$K_a(\text{NH}_4^+) = K_w / K_b(\text{NH}_3) = 1,0 \times 10^{-14} / 1,8 \times 10^{-5} = 5,6 \times 10^{-10}$$

Como $K_a(\text{NH}_4^+) = 5,6 \times 10^{-10} > K_w$, o ião NH_4^+ sofre hidrólise como ácido:



3. **Classifica o carácter da solução aquosa de NH_4NO_3 . Justifica com base nos valores de K_a e K_b dos iões em solução.**

O ião NO_3^- (base conjugada de ácido forte) não sofre hidrólise. O ião NH_4^+ sofre hidrólise como ácido, originando H_3O^+ . Portanto, a solução aquosa de NH_4NO_3 tem carácter ácido ($\text{pH} < 7$).

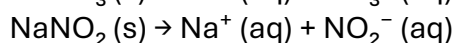
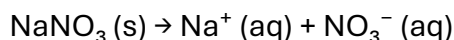
TAREFA 3:

Etapa 1:

Na atmosfera, os óxidos de nitrogénio podem originar o ácido nítrico, HNO_3 , um ácido forte, e o ácido nitroso, HNO_2 , um ácido fraco, que contribuem para a acidificação da água da chuva.

Considera soluções aquosas de nitrato de sódio, NaNO_3 , e de nitrito de sódio, NaNO_2 .

- a) **Escreve as equações de dissociação do nitrato de sódio e do nitrito de sódio em água.**



- b) **Indica, justificando, o carácter (ácido, básico ou neutro) da solução aquosa de NaNO_3 .**

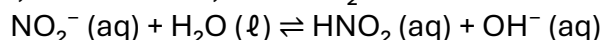
Solução neutra.

O ião Na^+ é o catião de uma base forte (NaOH) e não sofre hidrólise. O ião NO_3^- é a base conjugada de um ácido forte (HNO_3), logo $K_b(\text{NO}_3^-) \approx 0 < K_w$ — não sofre hidrólise apreciável. Nenhum ião altera o $\text{pH} \rightarrow$ solução neutra, $\text{pH} = 7$.

- c) **A constante de acidez do HNO_2 é $K_a \approx 5,1 \times 10^{-4}$, a 25°C . Indica se o ião NO_2^- sofre hidrólise em solução aquosa. Escreve a equação da reação que ocorre e classifica o carácter da solução aquosa de NaNO_2 .**

$$K_b(\text{NO}_2^-) = K_w / K_a(\text{HNO}_2) = 1,0 \times 10^{-14} / 5,1 \times 10^{-4} \approx 2,0 \times 10^{-11}$$

Como $K_b(\text{NO}_2^-) \approx 2,0 \times 10^{-11} > K_w$, o ião NO_2^- sofre hidrólise como base:



A solução aquosa de NaNO_2 tem carácter básico ($\text{pH} > 7$).



O QUE APRENDI?

Já sabes o carácter de soluções aquosas de sais?

És capaz de...

- identificar os iões formados na dissociação de um sal?
- distinguir iões que sofrem hidrólise dos que não sofrem, com base nos valores de K_a e K_b ?
- aplicar a relação $K_a \times K_b = K_W$ para calcular a constante de basicidade de um anião?
- prever o carácter ácido, básico ou neutro de uma solução aquosa de um sal?
- relacionar novos conceitos com conhecimentos anteriores?
- identificar dificuldades e procurar ajuda quando necessário?

Sugestões:

Analisa as propostas de resolução dos exercícios. Se necessário, **repete** as tarefas.

Estuda com um ou mais colegas de turma, para reforçares as aprendizagens e, se possível, esclarece as tuas dúvidas.

Pratica, resolvendo os exercícios do teu manual escolar.



COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Assiste à videoaula [Acidez e basicidade de soluções aquosas de sais](#) e resolve os exercícios propostos.



Explora outros recursos:

[Soluções Ácido-Base - Ácidos | Bases | Equilíbrio - Simulações Interativas PhET](#)



[Acid–base properties of salts | Acids and bases | AP Chemistry | Khan Academy](#)

