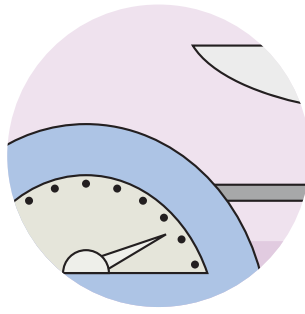


19

Quanto carbonato total existe numa água salgada?



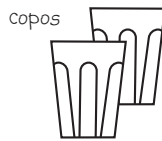


19. Quanto carbonato total existe numa água salgada?

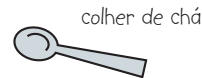
o que necessitas



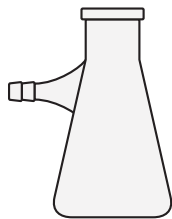
balança com uma precisão até ao miligrama (pelo menos)



copos



colher de chá



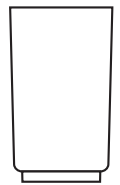
kitasato de pelo menos 500 ml



funil de buchner



pompete



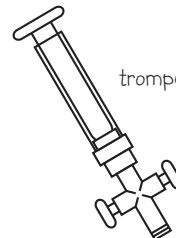
erlenmeyer, ou copo de vidro resistente ao calor, de 250 ou 500 ml



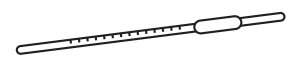
borracha para adaptar o funil ao kitasato



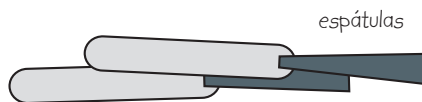
varetas de vidro



trompa de água ou bomba de vazio



pipeta volumétrica de 100 ml

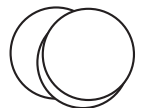


espátulas

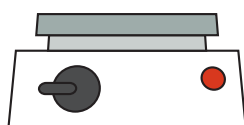


vidros de relógio ou caixas de petri

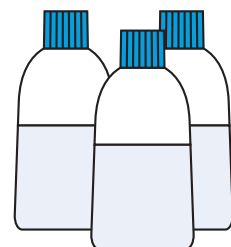
papel de filtro para filtração lenta (pouco poroso)



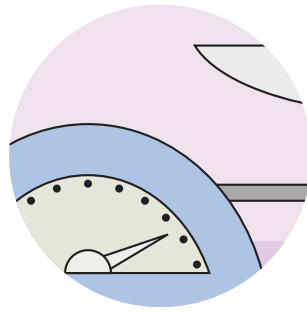
placa de aquecimento



cloreto de bário di-hidratado sólido



água do mar ou da marinha da troncalhada dos viveiros, caldeiros ou sobrecabeceiras



19. Quanto carbonato total existe numa água salgada?

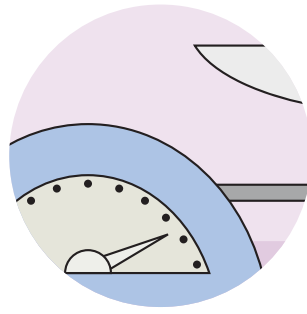
o que deves fazer

1. Esta actividade tem que ser realizada com a mesma água do mar ou da Marinha da Troncalhada (plano no glossário na letra M) da actividade "Quanto sulfato existe nesta água?"
2. Filtra a amostra de água do mar ou qualquer outra a estudar com um funil de Buchner (com papel de filtro para filtração lenta), colocado sobre um adaptador de borracha unido a um Kitasato ligado a uma trompa de água (em vazio) – filtração em vazio
3. Mede 100 mL de uma das amostras de água para um copo ou erlenmeyer, usando a pipeta volumétrica
4. Adiciona à solução uma colher de chá rasa de cloreto de bário di-hidratado
5. Leva a solução à fervura
6. Ferve a solução durante 5 a 10 minutos. Deixa arrefecer
7. Mede e regista a massa do vidro de relógio (ou de uma caixa de petri) e do papel de filtro lento com o qual se realizará a filtração
8. Filtra com um funil de Buchner como indicado em 2
9. Lava o precipitado com água mãe que se recolheu no Kitasato
10. Transfere o precipitado (junto com o papel de filtro) para o vidro de relógio (ou caixa de petri)
11. Seca o papel de filtro com o filtrado a 110 °C até que a massa se mantenha constante (três medições contínuas de massa com o mesmo valor)
12. Mede e regista a massa do vidro de relógio (ou caixa de petri), papel de filtro e sólido seco
13. Repete todo o procedimento com outros 100 mL da mesma amostra de água

**19. Quanto carbonato total existe numa água salgada?
o que deves fazer**

CUIDADOS DE SEGURANÇA:

O cloreto de bário causa irritação em contacto com mucosas e olhos. Devem-se usar óculos de segurança e proteger as vias respiratórias usando uma máscara.



19. Quanto carbonato total existe numa água salgada?

como explorar

Para a determinação do carbonato total a partir dos resultados desta actividade tem que se determinar a concentração de ião sulfato na mesma água a partir da actividade "Quanto sulfato existe nesta água?".

A. Regista ...

pH inicial da amostra de água do mar ou outra = _____

Massa do vidro de relógio e do papel de filtro (m_0) = _____ g

Massa do vidro de relógio, do papel de filtro e do sólido seco (m_1) = _____ g

B. Calcula ...

1. A massa de sólido obtido em cada ensaio

2. A massa de sólido existente em 100 mL da amostra de água que analisaste, a partir dos vários valores que obtiveste em cada um dos ensaios, fazendo a média dos valores obtidos

3. A massa de carbonato de bário. Para isso subtrai ao valor da massa de sólido existente em 100 mL de amostra obtida nesta actividade a massa de sólido obtido em 100 mL da mesma amostra na actividade "Quanto sulfato existe nesta água?"

19. Quanto carbonato total existe numa água salgada?

como explorar

4. A massa (mg) de carbonato precipitado a partir de 100 mL da amostra de água

5. A concentração mássica de carbonato (mg/L) existente na amostra de água

Para os alunos ao nível do ensino secundário

6. Calcula a quantidade (mol) de carbonato total precipitado a partir da amostra de água

7. Calcula a concentração total de carbonato (mol/L) existente na amostra de água

C. Responde ...

• Descreve o que observaste após a adição do cloreto de bário à amostra de água

• Escreve e acerta as equações químicas que traduzem as reacções que podem ocorrer no erlenmeyer

• Qual é o nome dos sólidos que se podiam formar? Qual é a cor destes sólidos?

• Sabendo o pH que foi determinado na actividade "Quanto sulfato existe nesta água?" qual a espécie dominante do carbonato dissolvido na água? Qual a sua concentração na água que analisaste?

19. Quanto carbonato total existe numa água salgada?

Esta actividade pode ser realizada nas escolas pelos alunos a partir do 8º ano de escolaridade. A sua complexidade desaconselha a sua realização em casa visto que exige reagentes corrosivos e tóxicos além de soluções à temperatura de ebulição e filtrações em vazio.

Esta actividade não pode ser realizada com amostras de água com $\text{pH} < 5,5$ e é complementar da actividade “Quanto sulfato existe nesta água?”

Esta actividade tem como objectivos

- identificar a presença de carbonatos dissolvidos na água do mar;
- observar a formação de precipitado e identificá-lo como uma fase sólida que pode ser uma mistura de sólidos diferentes;
- treinar a medição de massas e de volumes;
- introduzir de forma rudimentar a técnica analítica de determinação quantitativa baseada na gravimetria.

Se este trabalho se realizar na zona costeira portuguesa poder-se-á recolher água do mar ou da Marinha da Troncalhada (plano no glossário na letra M) e fazer a determinação quantitativa de carbonatos e sulfatos dissolvidos nessa água.

Se este trabalho se realizar em zonas do interior do país os professores podem sempre recorrer às águas engarrafadas com $\text{pH} > 5,5$. Pode-se usar água gaseificada que tem muito carbonato total.

O primeiro passo é filtrar as amostras de águas para retirar as impurezas que poderão coprecipitar com o sólido que se forma quando se deita cloreto de bário. Na água do mar este sólido é formado por sulfato de bário e carbonato de bário. Por isso para se determinar a massa de carbonato total tem que se determinar antes a massa de sulfato que existe na água e subtrair da massa total de carbonato e sulfato a massa só do sulfato.

Ferve-se após a adição do cloreto de bário para aumentar as dimensões das partículas do sólido. O precipitado obtido é filtrado, lavado com água mãe, seco a $110\text{ }^\circ\text{C}$ e pesado como mistura de carbonato de bário anidro (BaCO_3) e sulfato de bário anidro (BaSO_4).

Nesta actividade fala-se em carbonato total porque o ácido carbónico é um ácido fraco. Para valores de $\text{pH} > 5,5$ podem existir em solução de forma mensurável as espécies hidrogenocarbonato (HCO_3^-) e carbonato (CO_3^{2-}). Dependendo do pH a espécie dominante pode ser uma destas duas ou ambas. Para valores de pH entre 7,0 e 9,5 a espécie dominante dissolvida em solução aquosa é o hidrogenocarbonato, pelo que é esta espécie que existe na maioria das águas naturais que têm o pH dentro deste intervalo. Quando se calcula o carbonato dissolvido a partir do valor obtido para a quantidade de carbonato de bário precipitado tem que se ter em consideração o valor do pH inicial da água que se está a analisar para saber como exprimir o resultado de forma correcta. Para valores de $\text{pH} < 6,0$ a espécie dominante é o dióxido de carbono, que está em equilíbrio com o ácido carbónico. Como a solubilidade do dióxido de carbono em água não é elevada e o dióxido de carbono em excesso se liberta da solução na forma gasosa, não há carbonatos dissolvidos mensuráveis por esta técnica para valores de $\text{pH} < 6,0$.

aos pais e educadores

19. Quanto carbonato total existe numa água salgada?

Sugestões de resposta:

massa de sólido = massa do vidro de relógio (ou caixa de petri), papel de filtro e sólido seco - massa do vidro de relógio e do papel de filtro seco

Se se utilizou uma única amostra de 100 mL de água esta é a massa de sólido nos 100 mL que se utiliza nos cálculos seguintes. Se se fez mais do que uma repetição tem que se calcular a média de todos os valores obtidos. A este valor médio vai-se subtrair o valor médio da massa de sulfato de bário obtido na actividade "Quanto sulfato existe nesta água?" também a partir de 100 mL da mesma amostra de água. Obtém-se deste modo a massa de carbonato de bário.

$$\text{massa de carbonato de bário} = \text{massa do sólido em 100 mL} - \text{massa de sulfato de bário}^*$$

*obtido na actividade "Quanto sulfato existe nesta água?" também a partir de uma amostra de 100 mL da mesma água

$$n(\text{carbonato de bário}) = m(\text{carbonato de bário}) / M(\text{carbonato de bário})$$

$$n(\text{carbonato precipitado}) = n(\text{carbonato de bário})$$

$$m(\text{ião carbonato precipitado}) = n(\text{carbonato precipitado}) * M(\text{ião carbonato})$$

em que n representa quantidade de substância (unidade mole e símbolo mol), m representa a massa (grama) e M representa a massa molar da espécie referida (símbolo da unidade g/mol)

$$n(\text{carbonato precipitado}) = n(\text{carbonato total dissolvido})$$

$$C_{\text{carbonato total}} = n(\text{carbonato total dissolvido}) / V(\text{solução})$$

Para soluções aquosas com valores de pH entre 7,0 e 9,5 a espécie dominante é o ião hidrogenocarbonato (HCO_3^-) mas pode calcular-se a sua concentração na solução do seguinte modo

$$K_{a1} = [\text{HCO}_3^-][\text{H}_3\text{O}^+]/[\text{H}_2\text{CO}_3] \quad (K_{a1} = 4,27 \cdot 10^{-7})$$

$$K_{a2} = [\text{CO}_3^{2-}][\text{H}_3\text{O}^+]/[\text{HCO}_3^-] \quad (K_{a2} = 5,62 \cdot 10^{-11})$$

Conhecendo o valor do pH pode calcular-se o valor de $[\text{H}_3\text{O}^+]$ e pode considerar-se de forma aproximada que a concentração total de carbonato dissolvido é igual à concentração de ião hidrogenocarbonato. Deste modo pode-se calcular as concentrações de ácido carbónico e de ião carbonato e comparar estes valores com o que se atribuiu ao ião hidrogenocarbonato. A partir desta comparação pode ser necessário reconsiderar a aproximação inicial feita e ter-se-á que recorrer à expressão da concentração total de carbonato

$$C_{\text{carbonato total}} = [\text{H}_2\text{CO}_3] + [\text{HCO}_3^-] + [\text{CO}_3^{2-}]$$