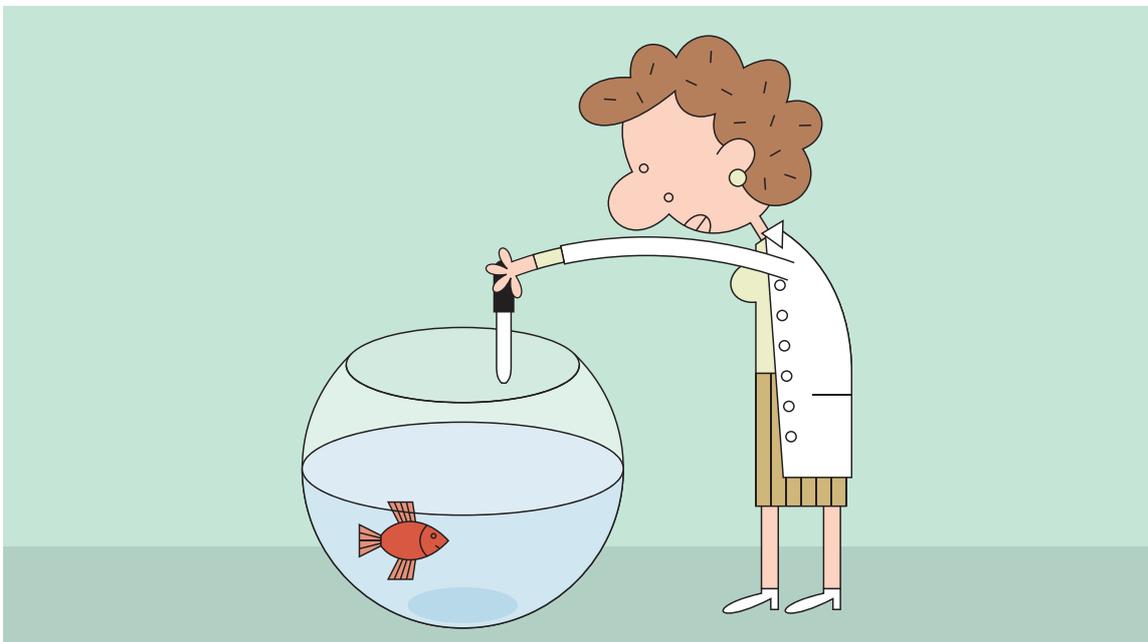
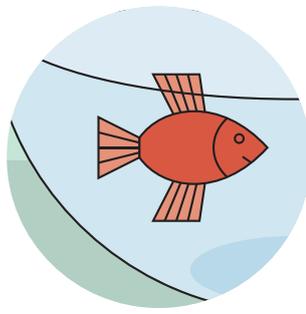


LUGAR ao SAL

2.0

Qual a quantidade de halogenetos que existe na água do mar?



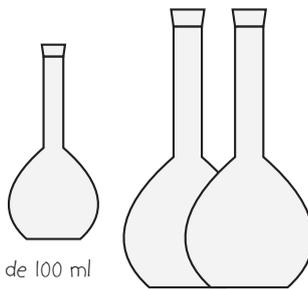


20. Qual a quantidade de halogenetos que existe na água do mar?

o que necessitas



cloreto de sódio sólido com grau de pureza analítico



um balão de diluição de 100 ml

dois balões de diluição de 250 ml



cromato de potássio sólido



suporte metálico com garra e noz



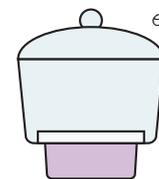
frasco para recolher os resíduos da titulação



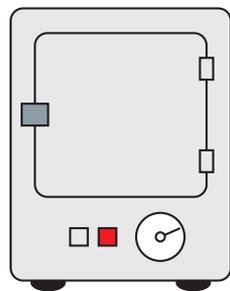
nitrito de prata sólido



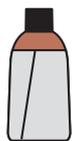
bureta de 50 ml



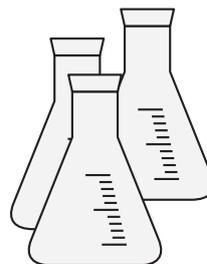
excitador



estufa



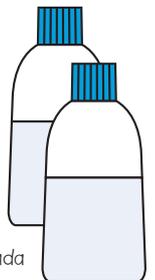
frasco de vidro castanho protegido com papel de alumínio



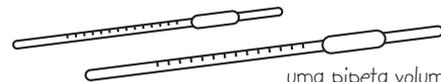
três erlenmeyers de 250 ml

frasco com água do mar

frasco com água destilada



balança com uma precisão até ao miligrama (pelo menos)

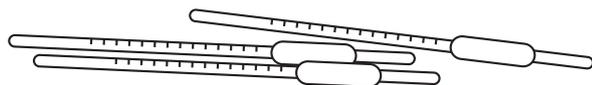


uma pipeta volumétrica de 5 ml

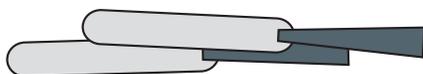
uma pipeta volumétrica de 20 ml



vidros de relógio ou caixas de petri



três pipetas volumétricas de 25 ml



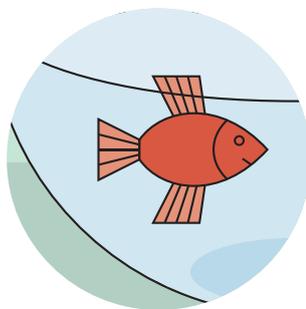
espátulas



uma pipeta volumétrica de 1 ml



varetas de vidro



20. Qual a quantidade de halogenetos que existe na água do mar?

o que deves fazer

Preparação dos reagentes:

1. Solução padrão - solução aquosa de cloreto de sódio com uma concentração exacta à volta de $0,1000 \text{ mol dm}^{-3}$
 - seca o cloreto de sódio de grau de pureza analítico a $120 \text{ }^\circ\text{C}$ durante duas horas e deixa arrefecer num excicador;
 - dissolve $1,461 \text{ g}$ do cloreto de sódio seco em 250 mL de água destilada.
2. Indicador - Solução aquosa de cromato de potássio
 - dissolve 5 g de cromato de potássio em 100 mL de água destilada;
3. Solução aquosa de nitrato de prata $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$
 - seca o nitrato de prata a $120 \text{ }^\circ\text{C}$ durante duas horas e deixa arrefecer num excicador colocado num local sem luz. Dissolve $4,25 \text{ g}$ do nitrato de prata seco em 250 mL de água destilada. Guarda a solução num frasco de vidro castanho revestido com papel de alumínio num local protegido da luz.

Determinação da concentração analítica de halogenetos pelo método de Mohr

Padronização da solução aquosa de nitrato de prata

Pipeta 25 mL de solução padrão de cloreto de sódio para um erlenmeyer colocado sobre uma folha de papel branca. Adiciona 1 mL do indicador de cromato de potássio (medido com uma pipeta de 1 mL) e mistura bem.

Enche uma bureta de 50 mL com a solução aquosa de nitrato de prata com a concentração aproximada de $0,1 \text{ mol dm}^{-3}$.

20. Qual a quantidade de halogenetos que existe na água do mar?

o que debes fazer

Adiciona cerca de 20 mL da solução de nitrato de prata da bureta à solução aquosa de cloreto de sódio contida no erlenmeyer com agitação constante do líquido do erlenmeyer. Continua a adição lentamente, gota a gota até que ocorra uma leve, mas distinta mudança de cor para castanho avermelhado que deve persistir depois de agitação enérgica.

Repete a titulação com mais duas amostras. As diversas titulações devem concordar dentro de 0,1 mL. Para uma determinação mais rigorosa da concentração do nitrato de prata realiza um ensaio em branco com a água destilada que se utilizou para preparar a solução padrão de cloreto de sódio.

Determinação da concentração de halogenetos na água do mar

Pipeta 5 mL da amostra de água do mar para um erlenmeyer colocado sobre uma folha de papel branca e adiciona-lhe 20 mL de água destilada. Adiciona 1 mL do indicador de cromato de potássio (medido com uma pipeta de 1 mL) e mistura bem.

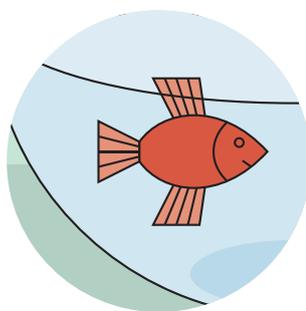
Titula com a solução aferida de nitrato de prata de modo análogo ao descrito na padronização. Repete a titulação pelo menos mais uma vez. Neste caso não se faz o ensaio em branco.

Durante a titulação observa as várias alterações que vão ocorrendo no erlenmeyer. No final das titulações deixa os produtos das reacções expostos à luz e observa as alterações que ocorrerem.

Guarda as soluções finais e os resíduos sólidos que resultam da titulação com o nitrato de prata, num frasco de boca estreita aberto para evaporar o solvente e para proceder à possível recuperação posterior da prata.

CUIDADOS DE SEGURANÇA:

- Utilizar luvas, bata e óculos de segurança pois os reagentes podem provocar queimaduras na pele e nos olhos. Podem ser irritantes para as mucosas e vias respiratórias e por isso os alunos que preparam as soluções devem utilizar máscara.
- Em caso de contacto directo com os olhos lavar imediatamente com muita água e consultar um médico.
- As soluções de nitrato de prata têm que se guardar em frasco castanho revestido com papel de alumínio e em local escuro.
- As soluções contendo prata não podem ser despejadas pelo esgoto pois provocam efeitos adversos duradouros nos ambientes aquáticos.



20. Qual a quantidade de halogenetos que existe na água do mar?

como explorar

A. Regista ...

Massa medida de cloreto de sódio ($m \text{ NaCl}$) = _____ g

Massa medida de cromato de potássio ($m \text{ K}_2\text{CrO}_4$) = _____ g

Massa medida de nitrato de prata ($m \text{ AgNO}_3$) = _____ g

Volume de nitrato de prata gasto para titular 25,00 mL da solução padrão de cloreto de sódio

$$V_1 = \text{_____ mL}$$

$$V_2 = \text{_____ mL}$$

$$V_3 = \text{_____ mL}$$

$$V_{\text{médio}} = \text{_____ mL}$$

Volume de nitrato de prata gasto para titular 25,00 mL de água destilada

$$V_1 = \text{_____ mL}$$

$$V_2 = \text{_____ mL}$$

$$V_3 = \text{_____ mL}$$

$$V_{\text{médio}} = \text{_____ mL}$$

Volume de nitrato de prata gasto para titular 5,00 mL da amostra de água do mar

$$V_1 = \text{_____ mL}$$

$$V_2 = \text{_____ mL}$$

$$V_3 = \text{_____ mL}$$

$$V_{\text{médio}} = \text{_____ mL}$$

- O que acontece nas soluções que estão no erlenmeyer após a adição da primeira gota da solução de nitrato de prata?

**20. Qual a quantidade de halogenetos que existe na água do mar?
como explorar**

B. Calcula ...

1. Concentração da solução aquosa padrão de cloreto de sódio

2. Concentração da solução aquosa de nitrato de prata

3. Concentração inicial de halogenetos na amostra de água do mar

4. Concentração de cromato de potássio nas soluções a titular antes de iniciada a adição de nitrato de prata

5. Concentração de ião prata que existe dissolvido na solução padrão de cloreto de sódio após a adição da primeira gota de nitrato de prata (volume médio de uma gota da bureta 0,05 mL)

6. Concentração de ião prata que existe dissolvido nas soluções contidas no erlenmeyer no instante em que se identifica o ponto final da titulação.

7. Concentração de iões cloreto, brometo e iodeto que existem nas soluções de água do mar no instante em que se identifica o ponto final da titulação.

**20. Qual a quantidade de halogenetos que existe na água do mar?
como explorar**

C. Investiga e responde ...

- Qual é o nome das substâncias que se formam no processo de titulação da solução aquosa de cloreto de sódio pela solução aquosa de nitrato de prata usando o cromato de potássio como indicador. Qual a cor dessas substâncias?

- Escreve e acerta as equações químicas que traduzem as reacções que ocorrem no processo de titulação da solução aquosa de cloreto de sódio pelo nitrato de prata.

- Qual é o nome das substâncias que se poderão formar no processo de titulação da amostra de água do mar pela solução aquosa de nitrato de prata usando o cromato de potássio como indicador. Qual a cor dessas substâncias?

- Neste processo analítico pode-se considerar que todo o ião cloreto presente na solução padrão de cloreto de sódio foi precipitado durante a titulação? Justifica.

- Porque é que em relação à amostra de água do mar se refere a determinação de halogenetos e não somente de cloretos?

- Porque motivo se tem que conservar a solução de nitrato de prata em frasco de vidro castanho guardado em local escuro?

20. Qual a quantidade de halogenetos que existe na água do mar?

Esta actividade pode ser realizada nas escolas pelos alunos do ensino secundário na disciplinas de Física e Química e/ou de Química. A sua complexidade desaconselha a sua realização em casa visto que exige reagentes tóxicos. Nesta actividade pretende-se aplicar e desenvolver os conhecimentos dos jovens sobre reacções de precipitação, titulação de precipitação e sobre equilíbrio químico em sistemas heterogéneos sólido – solução aquosa.

Para fazer alguns dos cálculos pedidos em “Como explorar” são necessários os valores das constantes de solubilidade seguintes, a 25 °C:

$$K_s(\text{AgBr}) = 7,7 \times 10^{-13}; \quad K_s(\text{AgCl}) = 1,82 \times 10^{-10}; \quad K_s(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) = 1,1 \times 10^{-12}; \quad K_s(\text{AgI}) = 8,3 \times 10^{-17}$$

Se não houver água do mar prepara-se uma solução dissolvendo 30 g de sal das cozinhas em 1 L de água da torneira. As concentrações das soluções titulante e padrão estão ajustadas às concentrações totais de halogenetos existentes na água do mar com a necessária diluição proposta. Em relação à marinha da Troncalhada (plano no glossário na letra M) propõe-se a utilização de água dos “viveiros” ou então a recolha de amostra de água no canal que alimenta a marinha.

Esta actividade tem como objectivos

- identificar a presença de halogenetos 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 em titulações de precipitação;
- familiarizar os jovens com o processo de recolha de dados experimentais de diversas origens e a sua organização em tabelas;
- aplicar os conceitos de equilíbrio químico a sistemas heterogéneos.

A água do mar contém cerca de 0,56 mol/L de ião cloreto, $8,7 \times 10^{-4}$ mol/L de ião brometo e cerca de $5,0 \times 10^{-7}$ mol/L de ião iodeto. Os valores das constantes de solubilidade dos cloreto de prata, brometo de prata e iodeto de prata, apresentadas acima, mostram que apesar das diferenças de concentração na água do mar estes três iões podem precipitar simultaneamente os respectivos halogenetos de prata quando se titula uma amostra de água do mar com o nitrato de prata. As grandes diferenças de concentração não permitem uma precipitação selectiva pelo que a quantidade de ião prata que reage é igual à soma das quantidades de iões cloreto, brometo e iodeto presentes na água do mar. As relações entre as várias concentrações mostram que o erro que se comete nesta titulação se se desprezarem as concentrações dos iões brometo e iodeto é muito pequeno.

O ponto final desta titulação é dado pelo aparecimento da cor vermelho tijolo do cromato de prata que não desaparece após agitação vigorosa.

aos pais e educadores

20. Qual a quantidade de halogenetos que existe na água do mar?

Sugestões de resposta:

Qual a concentração da solução aquosa padrão de cloreto de sódio

$$n (\text{cloreto de sódio}) = m (\text{cloreto de sódio}) / M (\text{cloreto de sódio})$$

$$C (\text{cloreto de sódio}) = n (\text{cloreto de sódio}) / V (\text{solução})$$

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

Para calcular a concentração de cromato de potássio no início da titulação procede-se de modo semelhante ao descrito para o cloreto de sódio, tendo contudo em consideração a diluição que ocorre quando se adiciona 1 mL da solução inicial aos 25 mL da solução a titular no erlenmeyer.

Qual a concentração da solução de nitrato de prata (a partir dos valores da titulação)

$$n (\text{cloreto de sódio}) = C (\text{cloreto de sódio}) * V (\text{solução de cloreto de sódio})$$

$$n (\text{ião cloreto}) = n (\text{nitrato de prata})$$

$$C (\text{nitrato de prata}) = n (\text{nitrato de prata}) / V (\text{solução de nitrato de prata})$$

Para calcular a concentração de halogenetos na água do mar procede-se de modo semelhante, mas partindo agora da quantidade de nitrato de prata e terminando com a concentração total de halogenetos.

Quantidade de ião prata que existe na solução com halogenetos após a adição de uma gota de nitrato de prata ($V = 0,05 \text{ mL}$)

$$n (\text{ião prata}) = C (\text{nitrato de prata}) * 5 \times 10^{-5} \text{ L}$$

$$n (\text{cloreto de prata sólido}) = n (\text{ião prata})$$

$$K_s (\text{AgCl}) = C (\text{ião prata em solução}) * C (\text{ião cloreto em solução})$$

$$C (\text{ião prata em solução}) = K_s / C (\text{ião cloreto inicial em solução})$$

$$[K_s = 1,82 * 10^{-10}]$$

aos pais e educadores

20. Qual a quantidade de halogenetos que existe na água do mar?

Concentração de íão prata no ponto final da titulação

$$\begin{aligned}K_s(\text{Ag}_2\text{CrO}_4) &= C^2(\text{íão prata em solução}) * C(\text{íão cromato em solução}) \\C^2(\text{íão prata em solução}) &= K_s / C(\text{íão cromato inicial em solução}) \\[K_s &= 1,1 * 10^{-12}]\end{aligned}$$

Concentração de íões cloreto, brometo e iodeto no ponto final da titulação

$$\begin{aligned}K_s(\text{AgCl}) &= C(\text{íão prata em solução}) * C(\text{íão cloreto em solução}) \\C(\text{íão cloreto em solução}) &= K_s / C(\text{íão prata em solução no ponto final}) \\[K_s &= 1,82 * 10^{-10}]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}K_s(\text{AgBr}) &= C(\text{íão prata em solução}) * C(\text{íão brometo em solução}) \\C(\text{íão brometo em solução}) &= K_s / C(\text{íão prata em solução no ponto final}) \\[K_s &= 7,7 * 10^{-13}]\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}K_s(\text{AgI}) &= C(\text{íão prata em solução}) * C(\text{íão iodeto em solução}) \\C(\text{íão iodeto em solução}) &= K_s / C(\text{íão prata em solução no ponto final}) \\[K_s &= 8,3 * 10^{-17}]\end{aligned}$$