

Actividade de Química 12º ano

AL 1.3- Corrosão e Protecção dos metais

O laboratório é um local de trabalho onde a segurança é fundamental na manipulação de materiais e equipamentos, devendo por isso adoptar-se atitudes e comportamentos de segurança adequados.

Objectivos:

- Interpretar correctamente e por observação directa a variação da taxa de corrosão dos metais influenciada pelos factores:
 - presença de água, de oxigénio e ou de sais;
 - forma dos objectos;
 - condições ambientais;
 - contacto com outros metais.
- Identificar os factores que estão na origem da formação da ferrugem.

Nota:

Nesta actividade vamos rever alguns conceitos já abordados no 11.º ano. Deve assim relembrar a noção de oxidação, redução, redutor e oxidante e também a posição dos metais relativamente ao hidrogénio na série electroquímica.

Para realizar este trabalho laboratorial é necessário que as observações sejam efectuadas e registadas em momentos diferentes. Algumas serão feitas imediatamente, outras no dia seguinte e outras passados alguns dias.

Questões problema

1. Que substâncias terão que estar presentes para poder ocorrer a corrosão do ferro?
2. Que condições ambientais poderão propiciar a corrosão do ferro?
3. Todos os metais influenciarão do mesmo modo a oxidação (corrosão) do ferro?

Respostas:

1. Oxigénio e água
2. Existência de bactérias
 - Temperatura
 - pH do meio
 - Presença de impurezas iónicas
 - Poluentes como CO_2 , NO_2 , SO_2
 - Poluentes como Cl^-
3. Não.

Introdução

Porque se oxidam os metais?

Os metais (com algumas excepções) são encontrados na natureza na forma de compostos - óxidos, sulfuretos, hidróxidos. Significando que estes compostos são as suas formas mais estáveis.

Quando os metais se encontram em certos ambientes que lhes conferem a oportunidade de, novamente, se combinarem quimicamente com outros elementos, voltam aos seus compostos originais e ao seu estado menos energético.

A corrosão é uma oxidação de um metal, que produz compostos deste metal (retorno à origem!) através de interação com o meio ambiente, e que leva à deterioração e degradação do metal

O mais familiar e mais dispendioso exemplo de corrosão é o enferrujamento do ferro e suas ligas.

Para além de ser inestética, a corrosão pode criar preocupações graves de segurança, devido ao enfraquecimento das estruturas metálicas e a sua substituição acarreta custos elevados.

Vamos simular algumas situações que nos permitam identificar os factores que estão na origem da formação da ferrugem ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$), e verificar se a associação do ferro com outros metais pode impedir ou minimizar a sua formação.

Material necessário:

Pregos de ferro

Folha de alumínio

Fio de cobre

Fio de prata

Sal

Solução ácida

Indicador ferroxil

Tabuleiro

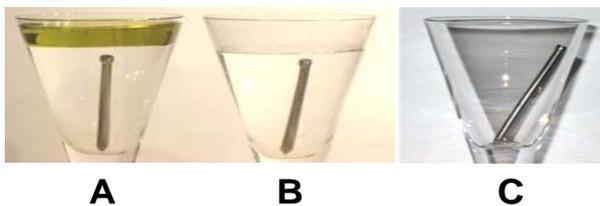
Água

Lixa

Óleo

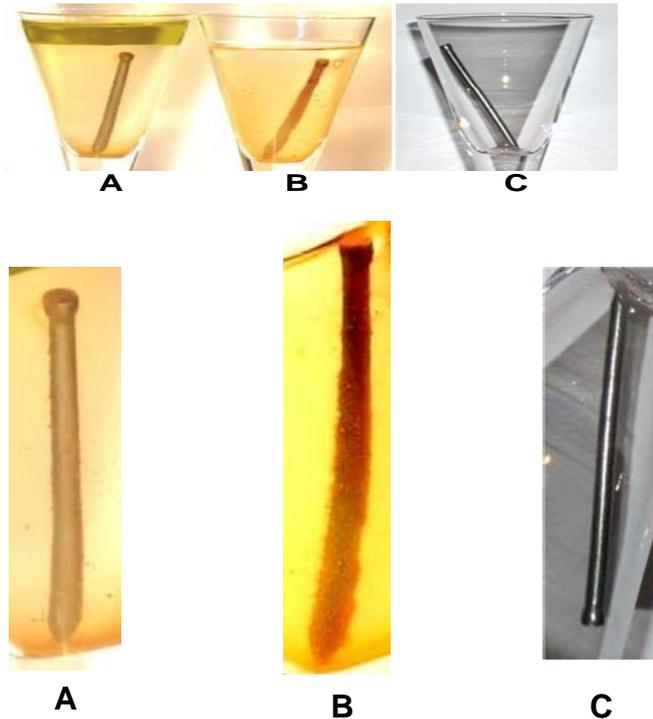
Situação 1

- Limpam-se três pregos de ferro com uma lixa fina.
- Colocou-se cada um dos pregos num copo de vidro (copos A, B e C).
- Encheram-se os copos A e B com água fria, suficiente para cobrir os pregos, até cerca de dois dedos do bordo.
- No copo A adicionou-se azeite de modo a formar uma fina camada.
- Mantiveram-se os copos em repouso durante 24 horas



Vamos registar e interpretar o que se observou

Registo de observações, depois de 24 horas:



O aluno deve dizer: O prego no copo **C** não apresenta corrosão.

Nos copos **A** e **B**, ambos os pregos apresentam corrosão, sendo mais acentuada no caso do prego do copo **B**

A presença da água, nos copos **A** e **B**, acentua a corrosão dos pregos.

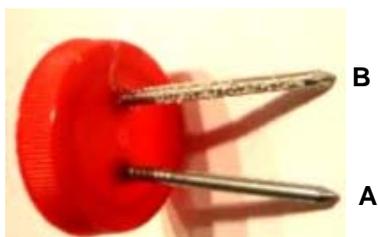
No caso do copo **A**, a corrosão é menos acentuada visto que a camada de azeite impede a dissolução do oxigénio do ar na água. Isto evidencia que quando o oxigénio inicialmente dissolvido na água se esgota, o processo de corrosão pára.

Conclusão

O oxigénio, assim como a água, são necessários no processo de corrosão dos metais. O oxigénio por si só não é suficiente, o mesmo acontecendo com a água. Ambos têm que estar presentes simultaneamente.

Situação 2

- Limpam-se dois pregos (A e B) de ferro com uma lixa fina.
- Espetaram-se os pregos numa rolha de uma garrafa de plástico.
- Humedeceram-se ambos os pregos com água destilada.
- Polvilhou-se cuidadosamente o prego B com sal refinado.
- Secaram-se ambos os pregos com um secador de cabelo.
- Mantiveram-se os pregos em repouso durante alguns dias.



Vamos registar e interpretar o que se observou

Alguns dias depois, observou-se esta alteração:



A



B

O aluno deve dizer:

O prego A não apresenta corrosão significativa. O prego B apresenta corrosão acentuada. O prego coberto com sal encontra-se muito corroído apesar de toda a água inicial ter sido eliminada por secagem. Como a água é necessária para que ocorra corrosão, o sal desempenhará um papel importante na fixação da água existente no ar.

O prego sem sal continua brilhante não apresentando sinal de corrosão. É provável que, se o período de observação fosse muito mais longo, se observasse alguma corrosão no prego A.

Conclusão:

A higroscopia do sal (absorção da humidade do ar) é responsável pela presença da água necessária ao fenómeno da corrosão.

Os meios salinos aceleram o processo de corrosão dos metais

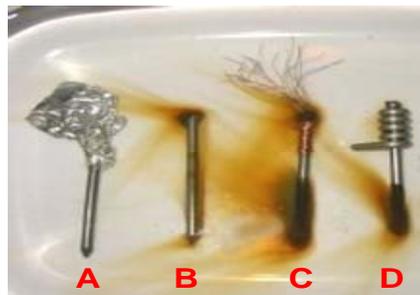
Situação 3

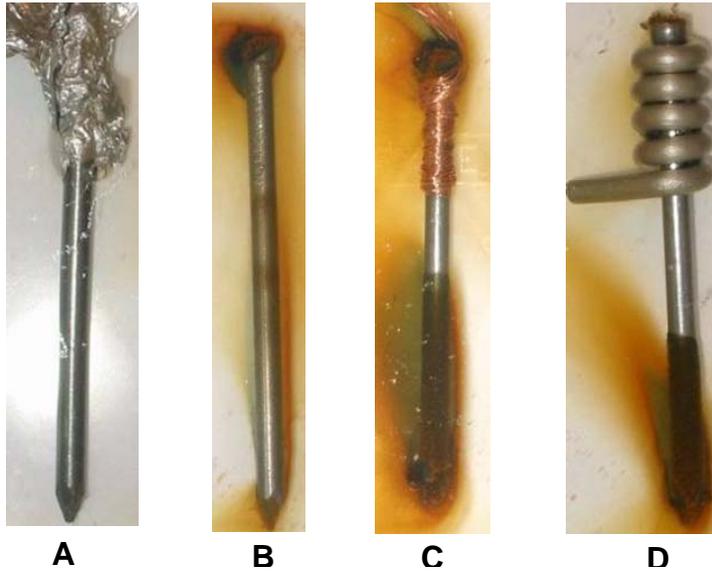
- Limpam-se quatro pregos (A a D) de ferro com uma lixa fina.
- Envolveu-se a cabeça do prego A com folha de alumínio, a do prego C com fio de cobre e a do D com fio de prata.
- Colocaram-se os pregos e o fio de prata num tabuleiro contendo água à qual foi adicionada uma colher de sal.
- Manteve-se a preparação em repouso durante 24 horas.



Vamos registar e interpretar o que se observou

Depois das 24 horas, observou-se o que se apresenta a seguir:





O aluno deve dizer: O alumínio serve de protecção à corrosão do prego (é ele que se oxida, formando óxido de alumínio que, aderindo ao metal, forma uma película fina que impede a sua corrosão).

O contacto do cobre e da prata com os pregos aceleram a sua corrosão.

Conclusão:

O contacto do ferro com metais diferentes, tem efeito na sua taxa de corrosão.

E se usarmos outros metais ligados ao prego de ferro?
(relembrar a série electroquímica já estudada no 11º ano)

Estanho (Sn)- aumento da corrosão do ferro

Magnésio (Mg) – inibe a corrosão do ferro

Situação 4:

Coloca-se um prego de ferro bem lixado em solução ácida ($\text{pH} < 4$) e deixa-se outro igual para comparação após o ensaio.

Vamos registar e interpretar o que se observou



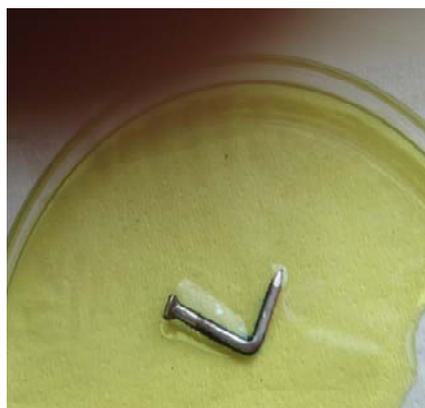
O aluno deve dizer:
O prego de ferro ficou altamente corroído

Conclusão:

O pH do meio interfere na taxa de corrosão do ferro.
(ver posicionamento do hidrogénio na série electroquímica)

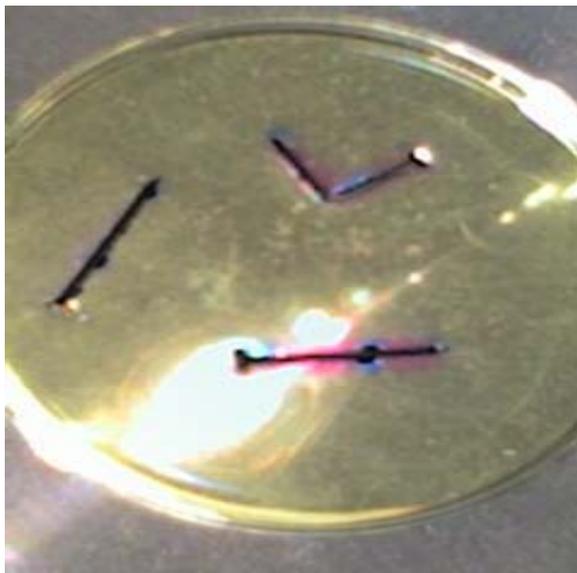
Situação 5

Depois de lixados colocaram-se dois pregos de ferro (um direito e outro dobrado), numa placa de Petri com água salgada e o indicador redox **ferroxil** , mistura de fenolftaleína , que fica carmim na presença de iões OH^- e de hexacianoferrato (III) de potássio, que forma um precipitado de cor azul intensa na presença de iões Fe^{2+} .



Vamos registar e interpretar o que se observou

Ao fim de algumas horas



O aluno deve dizer: no prego direito ocorre o aparecimento de cor azul junto da cabeça e bico e cor carmim na zona mediana. No prego dobrado ocorre o aparecimento de cor azul junto da cabeça, bico e zona de dobragem e cor carmim nas zonas intermédias.

Junto da cabeça e bico do prego ocorre a oxidação do ferro, evidenciada pelo aparecimento da cor azul característica da reacção do ião Fe^{2+} proveniente da corrosão do ferro, com o hexacianoferrato de potássio (III) do ferroxil.

A zona de dobragem do prego é uma zona de maior tensão e por isso também aí ocorre a oxidação do ferro. Nas zonas intermédias o aparecimento de cor rosa da fenolftaleína do ferroxil, indica a presença de iões OH^- provenientes da redução do oxigénio.

Conclusão:

A forma dos objectos influencia a taxa de corrosão, sendo esta mais acentuada em zonas de maior tensão (ranhuras, irregularidades, zonas de dobragem ...)

Conclusões gerais

Com esta actividade podemos concluir que há vários factores que afectam a corrosão do ferro, estando na origem da formação da ferrugem.

Alguns desses factores são:

Forma do objecto

pH do meio

Presença de impurezas iónicas

Contacto com material mais reactivo

Contacto com material menos reactivo

► **Forma do objecto** - extremidades, zonas de maior tensão, ranhuras, irregularidades,... potencializam a corrosão.

► **Tipo de material** – metais diferentes em idênticas condições, têm taxas de corrosão diferentes:

► **Temperatura** - de um modo geral um aumento de temperatura favorece a corrosão

► **Existência de bactérias** - muitas vezes tornam o meio ácido, alterando a taxa de corrosão

► **pH do meio** – a sua influência na corrosão varia de metal para metal. Há metais como ouro, platina e paládio que não sofrem corrosão em qualquer meio. Para outros como níquel, cobre, manganésio, magnésio, cobalto, crómio, cádmio, aumenta a corrosão com o aumento da acidez do meio.

Há metais como ferro, alumínio, zinco e estanho que corroem mais facilmente em meios muito ácidos e muito alcalinos $12 < \text{pH} < 4$

► **presença de impurezas iónicas** – exemplo da água salgada. Além do sal ser higroscópico, isto é, absorver a humidade do ar, favorece as condições para uma natural corrosão, em solução aquosa, dado que facilita a migração dos iões, aumentando a condutividade eléctrica da solução

► **Poluentes como CO₂, NO₂, SO₂** – em meios húmidos favorecem a corrosão, pois aumentam a acidez do meio. As chuvas ácidas favorecem a corrosão dos metais.

► **Poluentes como Cl⁻** - favorece a formação de compostos com os iões dos metais. Em zonas marítimas as janelas de alumínio apresentam picadas e um pó branco que é cloreto de alumínio e oxiclreto de alumínio

► **contacto** com material mais reactivo (para o ferro - Mg, Al e Zn, por ex) impede a formação da ferrugem do ferro e o metal mais reactivo sofre oxidação. Como o óxido adere à superfície do metal passiva-o impedindo futura corrosão.

► **contacto** com material menos reactivo (para o ferro – Cu, Sn ..) acelera a corrosão do ferro

Procura agora responder a algumas questões.

1. Será sensato colocar um aquecedor numa garagem húmida com a finalidade de diminuir a corrosão de um automóvel?
2. Que cuidados acrescidos deveremos ter com a preservação de um gradeamento metálico de um jardim à beira mar?
3. Qual a finalidade de se colocarem pequenos sacos de sílica gel dentro das embalagens de equipamentos áudio, vídeo e informática?
4. Como explica a utilização do zinco na protecção de pregos de ferro?
5. A superfície exterior da estátua da liberdade, nos USA, é feita com metal cobre e a estrutura da estátua é de ferro. Apresente uma explicação para o não enferrujamento da estátua.

Respostas:

1. Não é sensato colocar um aquecedor numa garagem húmida com a finalidade de diminuir a corrosão de um automóvel pois o aumento da temperatura favorece a corrosão
2. O gradeamento deve ser pintado regularmente de forma a que seja criada uma barreira à actuação dos factores atmosféricos potenciadores da corrosão
3. A sílica gel absorve a humidade que é essencial à corrosão do ferro
4. O zinco tem maior tendência para se oxidar do que o ferro. Isso acontece mas o óxido formado adere fortemente ao metal protegendo-o. Caso venha a ocorrer uma fissura será sempre o zinco a oxidar-se pois tem mais tendência para o fazer do que o ferro.
5. Numa peça de ferro totalmente revestida de cobre, este oxida-se mas o óxido adere à superfície do metal, formando uma barreira protectora, impeditiva da corrosão do ferro até sofrer um arranhão. Quando tal acontecer ocorrerá corrosão do ferro.