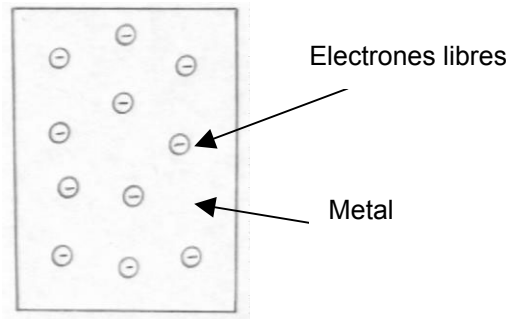


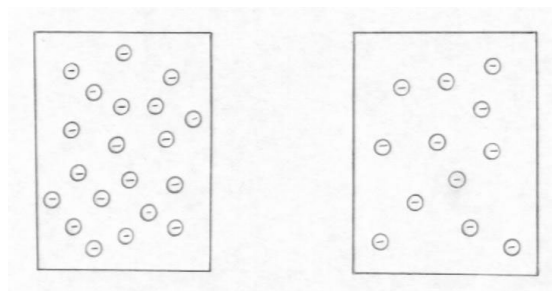
Tema 22

Corrosión y degradación de los materiales.

Sabemos que los metales poseen electrones libres. Estos electrones son el resultado del tipo de enlace que existe entre los átomos metálicos. Los electrones libres permiten que los metales sean buenos conductores del calor y la electricidad.



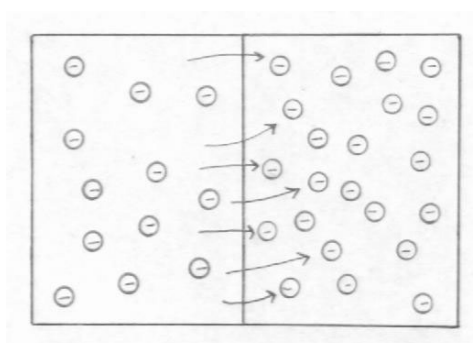
Cada metal tiene un cierto número de electrones libres, de tal forma que el metal es eléctricamente neutro (número de electrones libres = número de átomos metálicos cargados positivamente). Cuando dos metales distintos se ponen en contacto entre sí, se genera un desbalance en el número de electrones libres.



Hierro

Cobre

Ambos metales tienen un cierto número de electrones libres

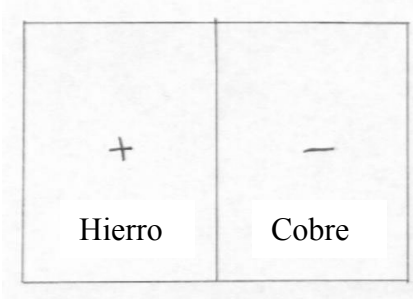


Hierro

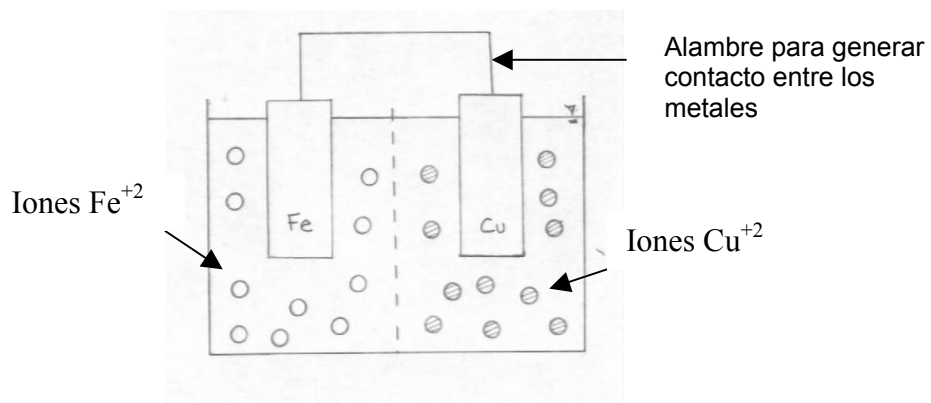
Cobre

Cuando los dos metales se ponen en contacto, existe un flujo de electrones entre ellos.

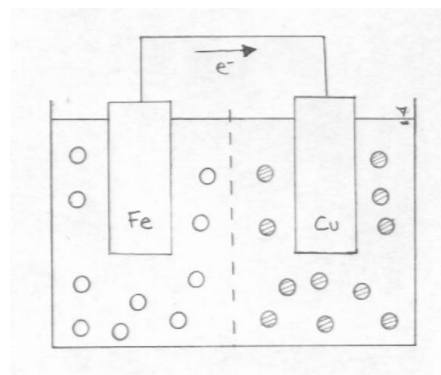
Debido a este flujo, el hierro queda con menos electrones de los que tenía inicialmente, mientras que el cobre adquiere más electrones. Esto genera una carga eléctrica positiva en el hierro y negativa en el cobre.



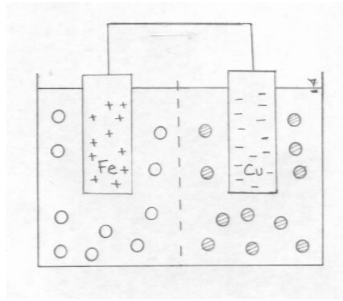
Este fenómeno se conoce como acople galvánico. Si bajo estas condiciones, el hierro y el cobre se colocan en contacto con un líquido, se genera el fenómeno de corrosión galvánica.



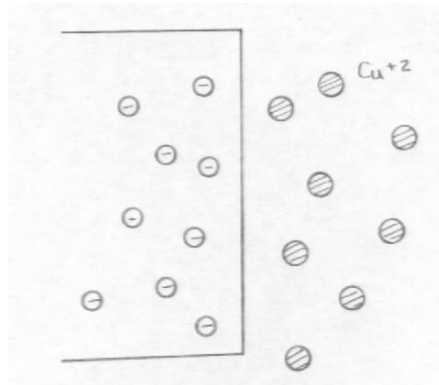
El proceso de corrosión galvánica se da de la siguiente manera:



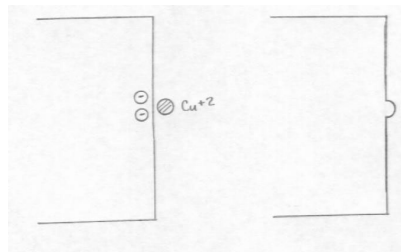
Debido al contacto entre los metales distintos, los electrones viajan del hierro hacia el cobre a través del alambre.



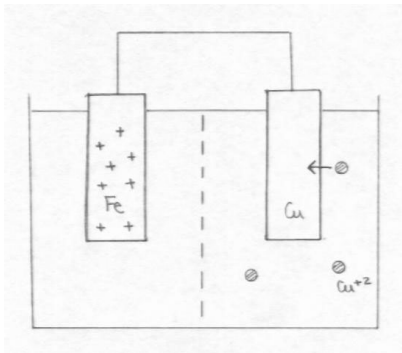
El hierro adquiere carga positiva, mientras que el cobre adquiere carga negativa debido al exceso de electrones. Estas cargas eléctricas están en equilibrio entre sí.



Los iones Cu^{+2} que están disueltos en el líquido, están en contacto con los electrones libres que están en exceso sobre la superficie del cobre.

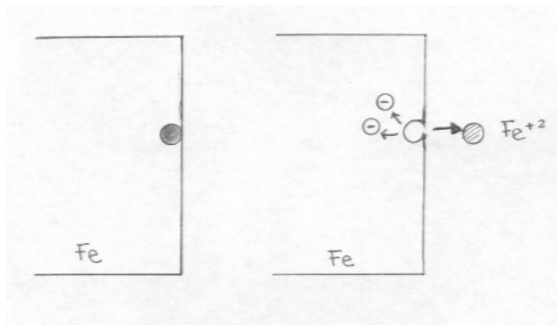


Cuando un ion Cu^{+2} se acerca a dos electrones libres, se da la reacción: $\text{Cu}^{+2} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$. El cobre metálico que se genera a partir de esta reacción, queda depositado en la superficie del cobre original. El número de electrones libres en la superficie del cobre se reduce. La reacción continua hasta que los electrones en el cobre se acaban.



Los iones cobre en solución (Cu^{+2}) se depositan en la superficie del cobre metálico hasta que se agotan los electrones libres. Sin embargo, como el cobre permanece en contacto eléctrico con el hierro, busca la forma de obtener más electrones libres para poder obtener de nuevo su carga negativa de equilibrio.

La única forma de obtener más electrones del hierro, es por medio del siguiente proceso:



Un átomo de hierro sobre la superficie, sigue la siguiente reacción: $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{+2} + 2\text{e}^-$

Esto produce dos electrones libres capaces de viajar hacia el cobre, y un ion Fe^{+2} . Este ion sale del hierro metálico y se disuelve en el líquido que lo rodea. El hierro metálico comienza a deshacerse.

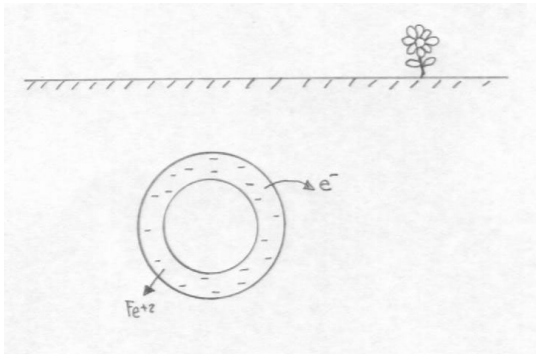
El cobre consume electrones, mientras que el hierro genera electrones a costa de su desintegración. A este proceso se le llama corrosión galvánica, y resulta en la desintegración de uno de los metales en contacto. La corrosión galvánica continua hasta que alguno de los siguientes factores la detiene:

1. Se elimina el contacto eléctrico entre los metales. Aún cuando existan iones Cu^{+2} en el lado del cobre que estén consumiendo electrones, si no hay un camino para transportar los electrones entre los dos metales, no se da la desintegración del hierro.
2. Se elimina el líquido en contacto con los metales. Aún cuando exista contacto eléctrico entre ellos, si no hay un líquido que lleve los iones Cu^{+2} cerca de la superficie del cobre, y que también disuelva los iones Fe^{+2} generados en el hierro, no podrá haber corrosión galvánica.

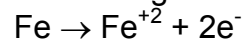
Para que se de la corrosión galvánica, debe existir contacto eléctrico entre los metales, y al mismo tiempo, los metales deben estar en contacto con un líquido.

Muchas veces, para que exista corrosión galvánica no se requiere de dos metales en contacto. Por ejemplo, las tuberías metálicas para transportar agua potable, pueden formar un acople galvánico con algunos iones disueltos en el suelo. Estos iones consumen los electrones libres de la tubería, generando la desintegración de ésta con el

objeto de restaurar el equilibrio en las cargas eléctricas. Por esa razón, las tuberías galvanizadas se pudren después de algunos años de estar enterradas.



Los minerales disueltos en el suelo, combinados con la humedad del mismo, pueden consumir los electrones libres que posee el hierro de la tubería, alterando el equilibrio de su carga eléctrica. Para intentar restaurar ese equilibrio, la tubería comenzará a generar más electrones libres por medio de la desintegración del hierro metálico.



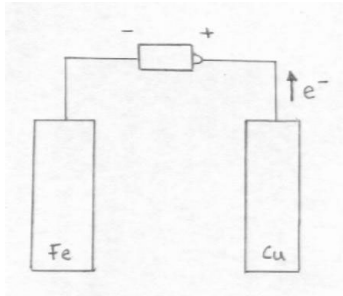
No siempre el hierro será el que se deshaga cuando se ponga en contacto con otro metal en un medio húmedo. Para poder predecir cuál metal se corroe, y cuál no, se utiliza la serie galvánica.

Serie galvánica:

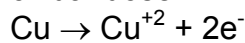
Platino	↑	inertes
Oro		
Grafito		
Titanio		
Plata		
Acero inoxidable (pasivo)		
Níquel (pasivo)		
Bronce		
Cobre		
Níquel (activo)		
Plomo	↓	activos
Acero inoxidable (activo)		
Hierro gris		
Hierro y acero		
Aluminio		
Zinc		
Magnesio		

Cuando dos metales se ponen en contacto entre sí, se corroe aquel que está más abajo en la serie galvánica (activos), mientras que el metal que está más arriba no se corroe.

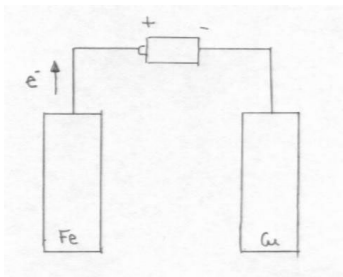
Según esta serie, al colocar en contacto hierro, cobre y un líquido, en condiciones naturales se corroe el hierro, mientras que el cobre queda inerte. En el laboratorio, se alteró este equilibrio natural colocando una batería de 1.5 v entre los metales. Esto produjo los siguientes resultados:



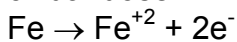
La batería extrae electrones del cobre y los envía al hierro. El cobre intenta recuperar los electrones perdidos oxidándose.



El cobre se corroe mientras que el hierro queda inerte.

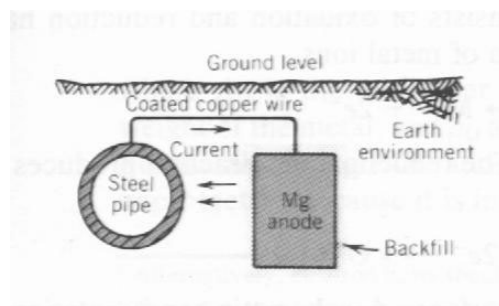


La batería extrae electrones del hierro y los envía al cobre. El hierro intenta recuperar los electrones perdidos oxidándose.



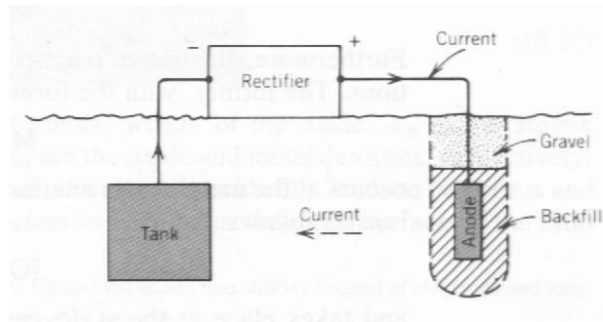
El hierro se corroe mientras que el cobre queda inerte. Este es el proceso que se da en forma natural cuando los dos metales están en contacto entre sí sin la ayuda de la batería.

Esto permite crear algunos métodos para prevenir la corrosión galvánica:



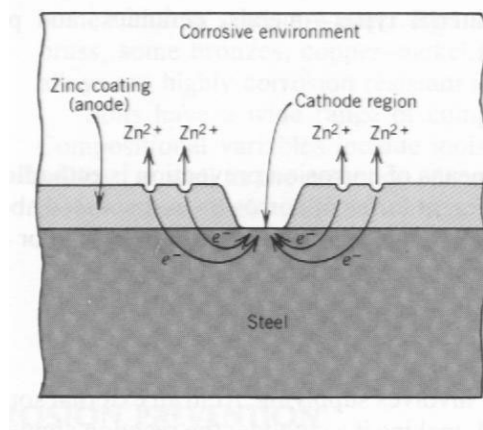
Empleo de electrodos de sacrificio. Si se conecta un metal más activo a la tubería de acero (como por ejemplo el magnesio), se formará un acople galvánico en donde el magnesio se corroe, pero el acero queda intacto, ya que los iones presentes en el suelo prefieren reaccionar con el magnesio en vez del acero. Cada cierto tiempo se debe

reemplazar el electrodo de magnesio, a fin de proteger la tubería de acero. Este método se ha utilizado para proteger el casco de los barcos contra la corrosión galvánica.



Empleo de baterías o fuentes de electrones. Tal como se puede observar en las muestras utilizadas para el laboratorio, se puede utilizar una corriente eléctrica para proteger a uno de los metales. En algunas aplicaciones, es incómodo utilizar baterías (ya que deben reemplazarse cada cierto tiempo), por lo que puede tomarse electricidad de una línea de distribución cercana, y convertirla en corriente directa (por eso el rectificador en la figura). El terminal negativo de la batería o del rectificador deberá estar conectado al metal que desea protegerse.

El proceso de galvanizado utiliza el acople galvánico para prevenir la corrosión del hierro. El galvanizado consiste en colocar una capa de zinc sobre la superficie de piezas de hierro. De la serie galvánica se observa que el zinc es más activo que el hierro, en otras palabras, ante la presencia de humedad o ambientes corrosivos, el zinc se corroe manteniendo intacto al hierro, tal como se muestra en la figura.



Debido a la diferencia entre el área de la superficie de zinc y el área del hierro expuesta, la rapidez con que el recubrimiento de zinc se corroe es muy lenta, permitiendo la protección de la pieza. Al final de un cierto tiempo, el recubrimiento de zinc desaparece, dejando al hierro desprotegido. Por esta razón, la efectividad de un galvanizado depende del espesor del recubrimiento de zinc aplicado al hierro.



En la foto se muestra un ejemplo típico de corrosión galvánica. Con propósitos decorativos, al vehículo le han colocado una tira metálica en las puertas. Esta tira está fabricada con un metal diferente al de la puerta por lo que se forma un acople galvánico. La lluvia aporta el electrolito (el agua) requerido para que se de corrosión. En este caso, el metal de la puerta es más activo que el del adorno, por lo que la puerta sufre corrosión.