

Carnet del Profesor



Reciclaje de los envases metálicos

Índice

Introducción General	2
Resultados de Aprendizaje	5
Marco Europeo de Competencias Clave.....	6
Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas	7
Procedimiento de laboratorio	8
Itinerario de Aprendizaje	10
Evaluación	10
Reconocimiento.....	11
Fuentes.....	11

Carnet del Profesor

Introducción General

El presente toolkit podría introducir a los estudiantes en los temas de embalaje metálico sugiriendo cuatro experimentos fáciles que muestran:

1. Un método físico para seleccionar dos metales diferentes utilizados en el envasado de alimentos (aluminio y acero);
2. Un método químico para seleccionar los mismos metales;
3. Un experimento fácil que útil para introducir la serie de potencial de reducción, el concepto de corrosión, protección anódica y pasivación;
4. Un experimento para mostrar la deposición electroquímica de metales (galvanoplásticos), en particular, estaño, que ha sido uno de los primeros componentes de los envases metálicos desechables de alimentos.

Palabras clave

Reciclaje de metales, reacciones redox, electroquímica.

Información general ampliada

Este kit de herramientas introduce a los estudiantes al tema de reciclaje de envases metálicos, la llamada "lata de estaño" que comenzó con las cajas en hojalata que se hicieron rodando y soldando a un pequeño cilindro una banda de hoja metálica, cubierto por una fina capa de estaño en el lado en contacto con los alimentos para proteger el metal de la corrosión. El pequeño cilindro fue tapado con dos discos metálicos doblados firmemente sobre su borde. El abrelatas era la herramienta esencial para abrir este tipo de embalaje y se incluyó en las herramientas de cocina, campamento y soldado. De hecho, el almacenamiento de alimentos en cajas metálicas parece ser desarrollado para garantizar al ejército de Napoleón un sistema eficaz para almacenar alimentos.

Hoy en día, casi todo el paquete metálico se produce por deformación de presión de los discos de aluminio o acero inoxidable herméticamente tapados por un lado por un disco hecho por el mismo metal y generalmente equipado con un anillo para abrirlo.

Carnet del Profesor



Hierro y acero

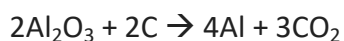
El hierro (Fe) es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre que representa su 5%, probablemente compone el 16% de toda la masa terrestre y es bastante abundante en el Universo. Es tan frecuente porque es el resultado de la fusión nuclear en las estrellas grandes. El hierro puro se utiliza en pocas aplicaciones, como el núcleo de los transformadores de voltaje, pero se usa comúnmente en aleación con carbono u otros metales. La producción de hierro necesita un combustible llamado coque que es uno de los materiales estratégicos para la economía de la UE.

Aluminio

El aluminio (Al) es el elemento cuyo número atómico es 13 y está en el tercer, tercer grupo del sistema periódico del elemento actual. Debido a su abundancia relativa igual al 8 tercer elemento más abundante en la corteza terrestre después de oxígeno y silicio. En la naturaleza, está presente casi exclusivamente como el isótopo estable ^{27}Al , siempre oxidado, y en forma de feldespatos, mica, arcillas y caolín. El óxido puro se llama Corindón de los cuales algunas variedades se conocen como Rubí y Zafiro.

El óxido hidratado (Bauxita) se utiliza para la extracción de metales. Debido al bajo potencial de reducción estándar ($E^0 = -1.66\text{V}$), no es posible obtener el metal de la reducción de alta temperatura con coque, como para hierro y cobre, pero es necesario proporcionar un proceso electroquímico, como para magnesio y titanio.

En el proceso Hall-Herould (1886), la bauxita se funde a 1000°C con criolita ($3\text{NaF} \cdot \text{AlF}_3$). Este último ha sido reemplazado recientemente por mezclas artificiales de fluoruros de sodio, aluminio y calcio. La reducción ocurre en la base de la célula electrolítica sobre ánodos de carbón con un requerimiento de energía que hoy es de alrededor de 14 Kwh por 1 Kg de Al, de acuerdo con la reacción celular:



Carnet del Profesor

El metal fundido sale de él (punto de fusión: 660 °C) con un título de 99.4-99.9%. Alcoa ha introducido recientemente una conversión preventiva al carburo Al y Calsmelt ha reducido lastemperaturas de funcionamiento añadiendo restos de aluminio en la mezcla de minerales fundidos, reduciendo el consumo de energía.

En 2017, la producción mundial de Al fue de alrededor de 63,4 millones de toneladas, de las cuales el 57% se produjo en China y solo el 12% en Europa, con una absorción de alrededor del 3,5% de la producción eléctrica mundial. El elevado coste de la energía, junto con la reducción de la demanda interna y el aumento del reciclado, es la razón por la que, en los últimos años, Italia, los Países Bajos y el Reino Unido han abandonado la producción de Aluminioⁱⁱ primario. En la UE en 2012, se extrajeron algo más de 2 millones de toneladas de bauxita, producidas únicamente en Grecia, Francia y Hungría, mientras que la producción de alúmina, utilizada principalmente en materiales refractarios, alcanzó los 5,6 millones de toneladas. La producción europea de aluminio también sufre la adquisición de la incertidumbre del fluoruro de calcio, que la UE importa para el 70%, sobre todo de la República Popular de China, responsable de 2/3 de la extracción mundial.

Al es uno de los metales más utilizados, solo superado por el hierro, gracias a su baja densidad (2690 kg m⁻³ a 20 °C) y la resistencia a la corrosión debido a la formación natural de una capa protectora de la reacción con oxígeno (un proceso conocido como pasivación). Gracias al punto de fusión relativamente bajo, Al se puede procesar mediante fundición a presión o hidroconformado. Las aleaciones ligeras basadas en Al, magnesio, cobre y zinc, dependiendo del uso, se emplean en la aviación, pero también para los cascos de los barcos y los detalles de los autos deportivos. La capa de pasivación puede engrosarse con el llamado proceso de anodización que permite también una coloración tenaz: por esta razón, Al se utiliza en gran medida para la realización de marcos en edificios.

Debido a su buena conductibilidad eléctrica, Al (ya sea en su forma pura o como una aleación de metal con magnesio y silicio para aumentar la carga de rotura) reemplaza al cobre en las líneas eléctricas aéreas, ya que permite la producción de cables que pesan menos en los pilones de soporte. Debido a su buena conductibilidad térmica, se utiliza en intercambiadores de calor, y aleaciones de aluminio-silicio-cobre se utilizan para crear partes del motor.

La versatilidad de este metal y sus aleaciones ha dado a los ingenieros y estilistas una gran libertad de diseño para crear muchos objetos para usos profesionales, deportivos y domésticos. Al se utiliza en gran medida para el envasado, en la medida en que la UE ha fijado objetivos de reciclado de al menos el 50 % para 2025 y el 65 % para 2030ⁱⁱ.

En orden a reciclar Al, es suficiente separarlo de otros desechos, pre-tratarlo a una temperatura de 500 °C para quemar barnices y etiquetas, fundirlo nuevamente a una temperatura de 800 °C en una atmósfera inerte, remover impurezas y verterlo en barras o placas. El rendimiento de los residuos iniciales es igual al 87 %, pero el ahorro de energía -y de las emisiones relativas de CO₂ - que se consumirían para la producción de Al primario a partir de minerales es igual al 95 %ⁱⁱⁱ.

Carnet del Profesor

En el sector del embalaje, pequeñas cantidades de Al se adhieren a láminas delgadas o se pulverizan sobre diferentes materiales (cartón o plástico) para bloquear la entrada de oxígeno y permitir una mayor duración de los alimentos almacenados en condiciones inertes. Sin embargo, la recuperación de estas películas polilaminadas es excepcionalmente difícil.

En el cuerpo humano, Al está presente en concentraciones por debajo de una parte por millón y, en comparación con la abundancia relativa, solo se encuentra por encima del silicio en el ranking de elementos en el que el Homo Sapiens parece haber evolucionado. En general, parece que Al no es esencial para los seres vivos ni particularmente tóxico, a pesar de la alta concentración en la litosfera y los complejos ciclos geoquímicos que obligan a los contactos continuos con la biosfera. Pero, incluso si la lenta evolución de la vida sigue siendo casi indiferente a Al, la humanidad, en su relativamente breve historia, ha utilizado sabiamente los minerales Al al principio y luego, a partir de 1900 y como resultado de su valor estratégico en la aeronáutica, ha introducido masivamente este metal en su parafernalia tecnológica, haciendo de Al uno de los materiales sobre los que se basa la oleada de nuestro desarrollo en las últimas décadas.

Al polvo reacciona violentamente con el oxígeno, por esta razón se utilizan en la industria de explosivos. Los trabajadores de este último, como los que participan en la producción de Al primario y secundario, y los que utilizan polvos de alúmina para producir refractarios, están expuestos al riesgo de contraer neumoconiosis, una patología del sistema respiratorio que puede estar asociada a fibrosis pulmonar y enfisema. Parece que los compuestos de Al no son absorbidos en nuestro sistema digestivo. De hecho, constituyen medicamentos para tratar el ácido estomacal y el Cloruro de Aluminio se utiliza como floculante también en plantas de tratamiento de agua potable.

Resultados de Aprendizaje

Al final de la lección los estudiantes podrán:

- Actuar en un laboratorio de química con mayor confianza
- Reconocer los metales típicos utilizados en el embalaje

Carnet del Profesor






Marco Europeo de Competencias Clave

Competencias de lectura
S1. Capacidad de entender e interpretar conceptos, sentimientos, hechos u opiniones en forma oral y escrita.
S2. Capacidad de expresar conceptos, sentimientos, hechos u opiniones en forma escrita y oral.
S3. Capacidad de interpretar el mundo y relacionarse con los demás.
Competencia plurilingüe
S1. Capacidad de entender e interpretar conceptos, sentimientos, hechos y opiniones en forma oral y escrita.
S2. Capacidad de expresar conceptos, sentimientos, hechos u opiniones en forma oral y escrita.
S3. Capacidad de interpretar el mundo y relacionarse con los demás.
S4. Capacidad de interactuar de manera apropiada y creativa en cualquier situación.
S5. Conocimiento del vocabulario, de la gramática y del lenguaje.
S6. Apreciación de la diversidad cultural.
S7. Capacidad de utilizar un lenguaje técnico acorde con el ámbito de trabajo.
Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería
S1. Capacidad de usar el pensamiento construido para resolver un problema en cada situación.
S2. Comprensión del término y concepto matemático y saber cómo aplicarlo.
S3. Capacidad para modelar matemáticamente una situación desde el mundo real y para transferir conocimientos matemáticos a contextos no matemáticos.
S4. Disposición a abordar nuevos problemas desde nuevas áreas.
S5. Capacidad de pensamiento cuantitativo.
S6. Capacidad de extraer información cualitativa de datos cuantitativos
S7. Capacidad de formular problemas matemáticamente y en forma simbólica para facilitar su análisis y solución.
S8. Capacidad para diseñar estudios experimentales y observacionales y analizar los datos resultantes.
S9. Capacidad de formular problemas complejos de optimización y toma de decisiones e interpretar las soluciones en los contextos originales de los problemas.
Competencia ciudadana
S1. Capacidad de interacción eficaz con otras personas
S2. Capacidad de trabajar eficazmente y colaborar con otros miembros del equipo

Carnet del Profesor

Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible son el plan para lograr un futuro mejor y más sostenible para todos. Abordan los desafíos mundiales que enfrentamos, incluidos los relacionados con la pobreza, la desigualdad, el cambio climático, la degradación ambiental, la paz y la justicia.

  Enable access to basic services	 Equal access to global expertise
 Safe medical devices	 Sustainable urbanization
 Access to education	 Responsible consumption and production
 Less hardship, more opportunities	 Strengthen resilience, reduce disaster impact
 Safe and affordable water	 Reduce marine pollution
 Energy — the golden thread	 Sustainable use of terrestrial ecosystems
 Safety of workers and economic growth	 Promote peaceful and inclusive societies
 Resilient infrastructure and sustainable industrialization	 Better access to technology and innovation

Carnet del Profesor

Procedimiento de laboratorio

Esta actividad se compone de una serie de cuatro experimentos. La primera pareja se puede hacer fácilmente con instrumentos fáciles de encontrar. El tercero y el cuarto necesitan listones de estaño y gránulos de zinc que no están disponibles en todas partes.

Experimento 1

Necesidades

- un imán grande (i.e. puede traerlo de un bafle roto o dinamo de bicicleta);
- algunos estaño puede ser hecho por aluminio (Al);
- un poco de estaño se puede hacer con acero;
- tijeras robustas (p.ej. para electricista)

Corta las latas de diferentes materiales y mezcla las piezas. Usa el imán para separarlas. Puesto que el acero se hace principalmente por el hierro, es atraído por el imán mientras que el aluminio no lo hace. Así es como puedes usar las propiedades físicas del aluminio y el acero para distinguir diferentes tipos de latas.

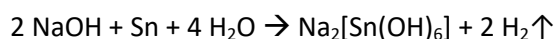


Experimento 2

Necesidades

- guantes y gafas de seguridad;
- NaOH sólido (es posible encontrarlo en algunas tiendas, se utiliza para expulsar sifones);
- una cucharita;
- un embudo;
- algunos tubos de ensayo
- un banco de ensayo;
- una varilla de agitación;
- agua caliente.

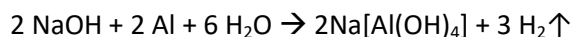
Use gafas de seguridad y guantes. Ponga la mitad de la cucharadita en el tubo de ensayo sujetado con el embudo. Llene aproximadamente un tercio del tubo de ensayo con agua caliente. Calentar el agua de antemano ayuda a acelerar la disolución del NaOH. La solución debe mezclarse utilizando la varilla de agitación hasta que se disuelva todo el NaOH. Luego coloque cuidadosamente un pedazo de acero en el tubo de ensayo. En NaOH, primero la capa protectora de Sn que protege el acero reaccionará con la base fuerte que forma $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$, así se puede observar la formación de pocas burbujas de gas.



Dado que el acero en sí no reacciona con NaOH, no se debe observar nada más.

Luego, una pieza de aluminio podría colocarse cuidadosamente en el mismo tubo de ensayo o en otro que contenga la misma solución. El aluminio reacciona violentamente con el NaOH que forma el aluminato del sodio:

Carnet del Profesor



Has utilizado las propiedades químicas del acero y el aluminio para diferenciar las latas con diferentes composiciones.

Experimento 3

Necesidades

- 50 ml de beker;
- SnCl_2 en polvo (puede sustituirse por $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$, en este caso no será necesario añadir HCl);
- solución HCl;
- agua;
- Gránulos de cinc;
- Placa de Petri.

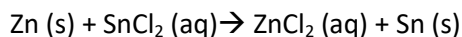
Aproximadamente la mitad de una cucharadita de SnCl_2 debe disolverse en 50 ml de agua. En la solución diluida, la hidrólisis de SnCl_2 se produce formando un compuesto insoluble:



Es necesario añadir unas gotas de solución de HCl para mover el equilibrio hacia la izquierda, para evitar que la solución se vuelva turbia y mejore la visibilidad de la siguiente reacción con el metal. La adición de ácido también previene la formación de precipitados al eliminar los iones carbonatados del agua.

Llene 3/4 de la placa de Petri con la solución y guárdelo para el experimento 4.

Coloque algunos gránulos de Zn en la solución de ramaning en el beker, después de algún tiempo los gránulos de Zn serán cubiertos por una capa negra de polvo de Sn. La siguiente reacción ocurre porque Zn es más reactivo que Sn:



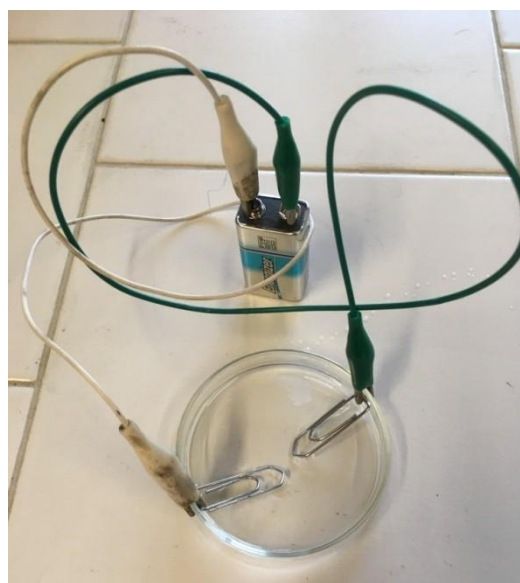
Una reacción similar se utiliza en la producción de latas para cubrir el acero con una capa protectora de Sn.

Experimento 4

Necesidades

una batería de 9V;
dos clips de papel;
dos cables eléctricos, de 10 o 20 cm de longitud, con dos conectores de cocodrilo cada uno.

La solución en la placa de Petri, almacenada durante el experimento 3, se utilizará para realizar un experimento de electrodeposición. Sujete los pines de papel al borde de la placa de Petri usando un clip de cocodrilo de cada cable (ver figura abajo). Conecte el otro clip de



Carnet del Profesor

cocodrilo de cada cable a los dos polos de la batería de 9V. Mantener el aparato de ensayo quieto para obtener los mejores resultados y esperar unos minutos. Debe observarse la formación de una banda metálica a partir de un clip.

La corriente eléctrica de la batería induce una reacción no espontánea de la solución SnCl_2 . Sn se reduce al clip de papel conectado al polo negativo de la batería (cátodo), mientras que el gas Cl_2 se forma cerca del conectado al polo positivo de la batería (ánodo). $\text{SnCl}_2 (\text{aq}) \rightarrow \text{Cl}_2 (\text{g}) + \text{Sn} (\text{s}) \Delta V$

La reducción electroquímica se utiliza para obtener aluminio puro a partir de minerales externos y consumir aproximadamente el 3%

de toda la energía eléctrica del mundo. Debido a esto es mucho más eficiente de energía para reciclar latas de aluminio viejas que producirlos a partir del metal contenido en minerales.

La electrodeposición se puede utilizar para cubrir el acero con Sn también. Sn cubre latas delgadas de forma similar al clip de papel conectado al polo negativo de la batería.

Después de este taller se recomienda ventilar la sala a partir de los diferentes gases formados durante los experimentos.

Itinerario de Aprendizaje

Paso 1- Tiempo y actividad: 15 minutos - Profesor hace una breve introducción con la mitad del video tutorial.

Paso 2- Tiempo y actividad: : 90 minutos- Los estudiantes se dividen en grupos (preferiblemente el número de estudiantes en un grupo es de 2 o 3). Cada grupo realiza la secuencia de experimentos.

Evaluación



*Evaluación para el aprendizaje -Por favor, proporcione al menos 1 sugerencia/ ejemplo i.e. verdadero/ falso, coincidencia, cloze, múltiples opciones + **soluciones**, compendio, preguntas abiertas + **respuestas cortas correctas**, pida realizar una presentación - ppt o un informe de laboratorio.*

Preguntas

1. Las latas de estaño se fabrican mediante:
 - 1.1. Hojalata (una banda de acero cubierta por una fina capa de estaño);
 - 1.2. Aluminio;
 - 1.3. Acero inoxidable.
2. Las tres principales ventajas del reciclado del aluminio son:

Carnet del Profesor

- 2.1. Para ahorrar el 95% de la energía utilizada para producirlo a partir del mineral (14 kWh*kg⁻¹ de Al);
- 2.2. Para reducir la cantidad de residuos que van al vertedero, de hecho Al incluso si se envían al 2.3. incinerador, no reducen su volumen;
- 2.3. Mitigar el impacto paisajístico de las minas reduciendo el consumo de agua y químicos(ej. Fluorspat) y el impacto ambiental de los residuos generados.

Reconocimiento

Los autores del kit de herramientas agradecen a la Profesora Paola Bocchini del Liceo A. (Bologna) y a sus estudiantes (clase IV A año escolar 2021-2022)

Fuentes

1. [World Aluminium](#).
- 2 M. Conserva, [La produzione mondiale di alluminio primario, A&L 21/02/2019](#).
- 3 Deloitte Sustainability, British Geological Survey, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Netherlands Organisation for Applied Scientific Research, [Study on the review of the list of Critical Raw Materials. Critical Raw Materials Factsheets, 2017](#).
- 4 AA. VV. Enciclopedia della Chimica Garzanti, Garzanti editore, Milano, 1998.
- 5 I.S.P.R.A [Rapporto rifiuti urbani edizione 2018](#).
- 6 CIAL - Consorzio [Imballaggi](#) in Alluminio.
- 7 C. Exley [J. Inorg. Biochem. 97 \(2003\) 1–7](#).