

Cartão do Professor



Reciclar embalagens metálicas

Índice

Índice	1
Introdução Geral	2
Informação Adicional	2
<i>Ferro e aço</i>	3
<i>Alumínio</i>	3
Objetivos de Aprendizagem	5
Quadro Europeu de Competências Chave	5
Objetivos de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas	6
Procedimento Laboratorial	7
Caminho de Aprendizagem	10
Avaliação	10

Cartão do Professor

Introdução Geral

O present toolkit irá introduzir os alunos às questões das embalagens metálicas, sugerindo quatro experiências simples que mostram:

1. Um método físico de distinguir dois metais diferentes usados em embalagens de comida (alumínio e aço);
2. Um método químico de distinguir os mesmos metais;
3. A tabela de potenciais de redução, o conceito de corrosão, proteção anódica e passivação;
4. A deposição electroquímica de metais (galvanoplásticos), em particular estanho (um dos primeiros componentes de embalagens metálicas descartáveis).

Palavras-chave:

Reciclagem de metais, reações redox, electroquímica

Informação Adicional

O presente toolkit introduz o aluno no assunto da reciclagem de embalagens metálicas, as chamadas “latas de estanho” que começaram com as caixas de placa de estanho que eram feitas enrolando e soldando num pequeno cilindro um abanda de folha metálica, revestida por uma fina camada de estanho no lado em contacto com a comida para proteger o metal da corrosão. O pequeno cilindro era então tapado com dois discos metálicos apertados firmemente dobrados sobre sua borda. O abre-latas era a ferramenta essencial para abrir este tipo de embalagens e fazia parte dos utensílios de cozinha, de campismo e de soldado. Na verdade, o armazenamento de alimentos em caixas metálicas parece ter sido desenvolvido para garantir ao exército de Napoleão um sistema eficaz de armazenamento de géneros alimentícios.

Hoje, quase todas as embalagens metálicas são produzidas por deformação por pressão de discos de alumínio ou aço inoxidável, firmemente tampados num dos lados por um disco do mesmo metal e geralmente equipados com um anel para abertura do rasgo.

Cartão do Professor



Ferro e aço

O Ferro (Fe) é o quarto mais abundante na crosta terrestre representando cerca de 5%, provavelmente compõe 16% de toda a massa da Terra e é bastante abundante no Universo. É tão frequente porque é o resultado da fusão nuclear nas grandes estrelas.

O Fe puro é usado em poucas aplicações, como no núcleo de transformadores de tensão, mas é comumente usado em ligas com carbono ou outros metais. A produção de Fe necessita de coque, que é um dos materiais estratégicos para a economia da UE

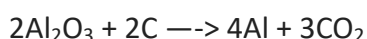
Alumínio

O alumínio (Al) é o elemento com o número atômico 13 e está no terceiro período, terceiro grupo da Tabela Periódica.

Devido à sua abundância relativa ser de 8%, é o terceiro elemento mais abundante na crosta terrestre, depois do oxigênio e do silício. Na natureza está presente quase exclusivamente como isótopo estável ^{27}Al , sempre oxidado, e na forma de feldspatos, micas, argilas e caulinos. O óxido puro é denominado Corindo, do qual algumas variedades são conhecidas como Rubi e Safira.

O óxido hidratado (Bauxite) é usado para a extração do metal. Devido ao baixo potencial de redução padrão ($E^0 = -1,66 \text{ V}$), não é possível obter o metal a partir da redução a alta temperatura com coque, como para o Ferro e o Cobre, mas é necessário realizar um processo eletroquímico, como para Magnésio e Titânio.

No processo Hall-Herould (1886), a bauxite é fundida a 1000°C com criolite ($3\text{NaF}\cdot\text{AlF}_3$). Este último foi recentemente substituído por misturas artificiais de fluoretos de sódio, alumínio e cálcio. A redução acontece na base da célula eletrolítica sobre ânodos de carvão com uma necessidade energética que hoje gira em torno de 14 kWh por 1 Kg de Al, de acordo com a reação da célula



Dele sai o metal derretido (ponto de fusão: 660°C) com um título de 99,4-99,9%. A Alcoa introduziu recentemente uma conversão preventiva para carboneto de Al e a Calsmelt reduziu as

Cartão do Professor

temperaturas operacionais adicionando resíduos de alumínio à mistura de minerais fundidos, reduzindo o consumo de energia.

Em 2017, a produção mundial de Al foi de cerca de 63,4 milhões de toneladas, das quais 57% foram produzidas na China e apenas 12% na Europa, com uma absorção de cerca de 3,5% da produção elétrica mundial. O elevado custo da energia, juntamente com a redução da solicitação interna e o aumento da reciclagem, é a razão pela qual, nos últimos anos, a Itália, os Países Baixos e o Reino Unido abandonaram a produção de alumínio primárioⁱ. Na UE, em 2012, foram extraídas pouco mais de 2 milhões de toneladas de bauxite, produzida exclusivamente na Grécia, França e Hungria, enquanto a produção de alumina, utilizada principalmente em materiais refratários, atingiu 5,6 milhões de toneladas. A produção europeia de alumínio também sofre com a incerteza da aquisição do fluoreto de cálcio, que a UE importa em 70%, maioritariamente da República Popular da China, responsável por 2/3 da extracção mundialⁱⁱ.

O Al é um dos metais mais utilizados, perdendo apenas para o Ferro, graças à sua baixa densidade (2690 kg m^{-3} a 20°C) e à resistência à corrosão devido à formação natural de uma camada protetora a partir da reação com o Oxigénio (um processo conhecido como passivação). Graças ao ponto de fusão relativamente baixo, o Al pode ser processado por fundição sob pressão ou hidroformação. Ligas leves à base de Al, Magnésio, Cobre e Zinco, dependendo do uso, são empregadas na aviação, mas também em cascos de barcos e detalhes de carros desportivos. A camada de passivação pode ser espessada com o chamado processo de anodização que permite também uma coloração persistente: por esta razão, o Al é amplamente utilizado para a realização de caixilhos em edifícios.

Pela sua boa condutividade elétrica, o Al (seja na sua forma pura ou como liga metálica com Magnésio e Silício para aumentar a carga de ruptura) substitui o Cobre nas linhas elétricas aéreas, pois permite a produção de cabos com menor peso nos postes de sustentação. Devido à sua boa condutividade térmica, é usado em fontes de calor, e as ligas de alumínio-silício-cobre são usadas para criar peças de motoresⁱⁱⁱ.

A versatilidade deste metal e das suas ligas deu aos engenheiros e estilistas uma grande liberdade de design para a criação de diversos objetos para uso profissional, desportivo e doméstico. O Al é amplamente utilizado em embalagens, ao ponto de a UE ter estabelecido metas de reciclagem de Al de pelo menos 50% até 2025 e 65% até 2030.

Para reciclar o Al basta separá-lo de outros resíduos, pré-tratá-lo a uma temperatura de 500°C para queimar vernizes e rótulos, fundi-lo novamente a uma temperatura de 800°C em atmosfera inerte, remoção de impurezas e despejá-las em barras ou pratos. O rendimento dos resíduos iniciais é igual a 87%, mas a poupança de energia - e de emissões relativas de CO_2 - que seria consumida para a produção de Al primário a partir de minerais é igual a 95%^{iv}.

No setor das embalagens, pequenas quantidades de Al são aderidas a folhas finas ou pulverizadas sobre diversos materiais (papelão ou plástico) para bloquear a entrada de Oxigénio e permitir

Cartão do Professor

maior duração dos alimentos armazenados em condições inertes. No entanto, a recuperação destes filmes polilaminados é excepcionalmente difícil.

No corpo humano, o Al está presente em concentrações inferiores a uma parte por milhão e, em comparação com a abundância relativa, fica acima apenas do Silício na classificação dos elementos sobre os quais o *Homo Sapiens* parece ter evoluído. Em geral parece que o Al não é essencial para os seres vivos nem particularmente tóxico, apesar da elevada concentração na litosfera e dos complexos ciclos geoquímicos que forçam contactos contínuos com a biosfera. Mas, mesmo que a lenta evolução da vida tenha permanecido quase indiferente ao Al, a humanidade, na sua história relativamente curta, utilizou sabiamente os minerais de Al no início e depois, a partir de 1900 e como resultado do seu valor estratégico na aeronáutica, utilizou maciçamente esse metal na sua parafernália tecnológica, fazendo do Al um dos materiais em que se baseia o impulso do nosso desenvolvimento nas últimas décadas^v.

As poeiras de Al reagem violentamente com o oxigénio, por isso são utilizadas na indústria de explosivos. Os trabalhadores destes últimos, como os envolvidos na produção de Al primário e secundário, e os que utilizam pós de Alumina para produzir refratários, estão expostos ao risco de contrair Pneumoconiose, uma patologia do aparelho respiratório que pode estar associada à fibrose pulmonar e ao enfisema.

Parece que os compostos de Al não são absorvidos pelo nosso sistema digestivo. Na verdade, eles constituem medicamentos para tratar a acidez estomacal e o policloreto de alumínio é usado como floculante também em estações de tratamento de água potável.

Objetivos de Aprendizagem

No fim da aula os alunos serão capazes de:

- Agir num laboratório de química com confiança
- Reconhecer os metais tipicamente utilizados em embalagens

Quadro Europeu de Competências Chave



Competências literárias
S1. Capacidade de compreender e interpretar conceitos, emoções, factos e opiniões oralmente e por escrito.
S2. Capacidade de expressar conceitos, emoções, factos ou opiniões oralmente e por escrito.
S3. Capacidade de interpretar o mundo e relacionar com outros.
Competências pessoal, social e aprender a aprender

Cartão do Professor













S1. Capacidade de persistir e perseguir em diferentes tipos de aprendizagem.
S2. Identificar oportunidades disponíveis.
S3. Capacidade de ganhar processos e assimilar novo conhecimento, técnicas e qualificações necessárias para objetivos de carreira.
S4. Capacidade de interagir de forma adequada e criativa em cada situação.
S5. Conhecimento de vocabulário, gramática e linguagem.
S6. Capacidade de usar linguagem técnica de acordo com a área de trabalho.
Competências matemáticas e competências em ciência, tecnologia e engenharia
S1. Capacidade de usar o pensamento construído para resolver um problema em cada situação.
S2. Compreensão de termos e conceitos matemáticos e saber como aplicá-los.
S3. Capacidade de modelar matematicamente uma situação do mundo real e de transferir conhecimentos matemáticos para contextos não matemáticos.
S4. Prontidão para resolver novos problemas em novas áreas.
S5. Capacidade de pensamento quantitativo.
S6. Capacidade de extrair informações qualitativas de dados quantitativos.
S7. Capacidade de formular problemas matematicamente e de forma simbólica de forma a facilitar a sua análise e solução.
S8. Capacidade de conceber estudos experimentais e observacionais e analisar os dados deles resultantes.
S9. Capacidade de formular problemas complexos de otimização e tomada de decisão e de interpretar as soluções nos contextos originais dos problemas.
Competências de cidadania
S1. Capacidade de interagir com outras pessoas
S3. Capacidade de trabalhar efectivamente e colaborar com outros membros da equipa.

Objetivos de desenvolvimento sustentável das Nações Unidas

Os objetivos de desenvolvimento sustentável são o plano para obter um futuro melhor e mais sustentável para todos. Eles referem-se aos desafios globais que atravessamos, incluindo os relacionados com a pobreza, desigualdade, alterações climáticas, degradação Ambiental, paz e justiça.

  Enable access to basic services	 Equal access to global expertise
 Safe medical devices	 Sustainable urbanization

Cartão do Professor

 <p>4 QUALITY EDUCATION Access to education</p>	 <p>12 RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION Responsible consumption and production</p>
 <p>5 GENDER EQUALITY Less hardship, more opportunities</p>	 <p>13 CLIMATE ACTION Strengthen resilience, reduce disaster impact</p>
 <p>6 CLEAN WATER AND SANITATION Safe and affordable water</p>	 <p>14 LIFE BELOW WATER Reduce marine pollution</p>
 <p>7 AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY Energy — the golden thread</p>	 <p>15 LIFE ON LAND Sustainable use of terrestrial ecosystems</p>
 <p>8 DECENT WORK AND ECONOMIC GROWTH Safety of workers and economic growth</p>	 <p>16 PEACE, JUSTICE AND STRONG INSTITUTIONS Promote peaceful and inclusive societies</p>
 <p>9 INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE Resilient infrastructure and sustainable industrialization</p>	 <p>17 PARTNERSHIPS FOR THE GOALS Better access to technology and innovation</p>

Procedimento Laboratorial

Esta atividade é composta por uma série de quatro experiências. As duas primeiras podem ser facilmente realizadas com instrumentos fáceis de encontrar. A terceira e a quarta precisam de placas de estanho e grânulos de zinco que não estão disponíveis em todos os lugares.

Experiência 1

Material Necessário

- Um ímã grande (i. e. pode ser um ímã de um altifalante ou dínamo de Bicicleta estragados);
- Algumas latas feitas em Alumínio (Al);
- Algumas latas feitas em aço.
- Tesoura resistente (i.e. a dos electricistas)

Corte as latas feitas de materiais diferentes e misture as peças. Use o ímã para as separar. Como o aço é feito principalmente de ferro, ele é atraído pelo ímã,



Cartão do Professor

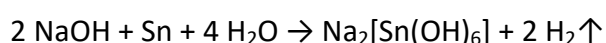
enquanto que o alumínio não. É assim que pode usar as propriedades físicas do alumínio e do aço para distinguir diferentes tipos de latas.

Experiência 2

Material necessário

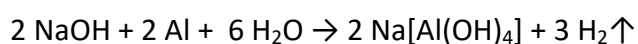
- luvas e óculos de segurança;
- Hidróxido de sódio (NaOH) sólido (é possível encontrá-lo em drogarias, uma vez que é utilizado como desentupidor de canos);
- uma colher de chá;
- um funil;
- alguns tubos de ensaio;
- um suporte de tubos de ensaio;
- uma vareta;
- água quente.

Use óculos e luvas de segurança. Coloque metade da colher de chá de NaOH no tubo de ensaio preso usando o funil. Encha cerca de um terço do tubo de ensaio com água quente. O aquecimento prévio da água ajuda a acelerar a dissolução do NaOH. A solução deve ser misturada usando a vareta de agitação até que todo o NaOH esteja dissolvido. Em seguida, coloque cuidadosamente um pedaço de lata de aço no tubo de ensaio. No NaOH, primeiro a camada protetora de Sn que protege o aço reagirá com a base forte formando $\text{Na}_2[\text{Sn}(\text{OH})_6]$, assim pode-se observar a formação de algumas bolhas de gás



Como o aço não reage com o NaOH, nada mais deve ser observado.

Depois, um peça de Alumínio pode ser cuidadosamente colocada no mesmo tubo de ensaio contendo a mesma solução. O Alumínio reage violentamente com o NaOH formando aluminato de sódio:



Utilizou as propriedades químicas do aço e do alumínio para distinguir as latas com composições diferentes.

Experiência 3

Material necessário

- Copo de 50 mL;

Cartão do Professor

- Pó de SnCl_2 (pode ser substituído por $\text{Sn}(\text{NO}_3)_2$, neste caso não é necessário adicionar HCl);
- Solução de HCl ;
- água;
- Grânulos de Zinco.
- Caixa de Petri.

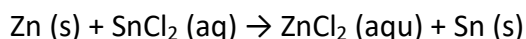
Cerca de meia colher de chá de SnCl_2 deve ser dissolvida em 50 mL de água. Em solução diluída, a hidrólise de SnCl_2 ocorre formando um composto insolúvel:



Algumas gotas de solução de HCl precisam de ser adicionadas para mover o equilíbrio para a esquerda e evitar que a solução fique turva, melhorando a visibilidade da seguinte reação com o metal. A adição de ácido também evita a formação de precipitados removendo os iões carbonato da água.

Encha 3/4 da placa de Petri com a solução e guarde-a para a experiência 4.

Coloque alguns grânulos de Zn na solução remanescente no copo, depois de algum tempo os grânulos de Zn serão cobertos por uma camada preta e empoeirada de Sn . A seguinte reação ocorre porque o Zn é mais reativo que o Sn



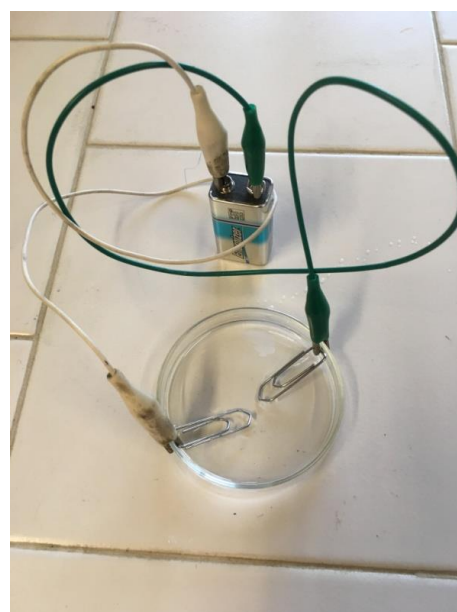
Uma reação semelhante é usada na produção de latas para cobrir o aço com uma camada protetora de Sn .

Experiência 4

Material necessário

- uma pilha de 9V;
- dois clips;
- dois cabos eléctricos com 10 ou 20 cm de comprimento, com dois crocodilos de ligação cada.

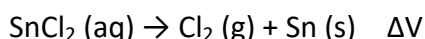
A solução da placa de Petri, armazenada durante a experiência 3, será utilizada para realizar uma experiência de eletrodeposição. Prenda os clips na borda da placa de Petri usando um crocodilo de cada cabo (veja a figura ao lado). Conecte o outro crocodilo de cada cabo aos dois pólos da pilha de 9V. Mantenha o aparelho de teste imóvel para obter melhores resultados e aguarde alguns minutos. A formação



Cartão do Professor

de uma teia metálica a partir de um clipe deve ser observada

A corrente elétrica da bateria induz uma reação não espontânea da solução de SnCl_2 . O Sn é reduzido no clip ligado ao pólo negativo da bateria (cátodo), enquanto o gás Cl_2 é formado próximo daquele ligado ao pólo positivo da bateria (ânodo).



A redução eletroquímica é utilizada para obter alumínio puro a partir de minérios combustíveis e consome cerca de 3% de toda a energia elétrica do mundo. Devido a isso, é muito mais eficiente em termos energéticos reciclar latas de alumínio velhas do que produzi-las a partir do metal contido nos minérios.

A eletrodeposição também pode ser usada para cobrir aço com Sn. Latas finas são cobertas por Sn de forma semelhante ao clipe de papel conectado ao pólo negativo da bateria.

Após este workshop é recomendado ventilar a sala devido aos diferentes gases formados durante as experiências.

Caminho de Aprendizagem

Passo 1- Tempo & Actividade: 15 minutos – O professor faz uma pequena introdução coma a ajuda do vídeo tutorial.

Passo 2 – Tempo & Actividade: 90 minutos – Os alunos são divididos em grupos (preferencialmente o número de alunos em cada grupo é 2 ou 3). Cada grupo realiza a sequência de experiências.

Avaliação



Perguntas

1. Que materiais compõem as embalagens de metal utilizadas para armazenar comida?
2. Quais são as três vantagens principais da reciclagem de alumínio?
3.

Respostas

1. As latas são feitas de:
 - 1.1. Folha de flandres (uma folha de aço coberta por uma camada fina de estanho);

Cartão do Professor

- 1.2. Alumínio;
- 1.3. Aço inox.
2. As três principais vantagens de reciclar alumínio são:
 - 2.1. Poupar os 95 % de energia usados para o produzir a partir do minério (14 kWh/kg^{-1} of Al);
 - 2.2. Reduzir a quantidade de lixo que vai para lixeiras, de facto, o Al mesmo depois de incinerado não reduz o seu volume;
 - 2.3. Para mitigar o impacto na paisagem das minas, reduzindo o consumo de água e químicos e o impacto ambiental da escória de mineração.

Agradecimento

Os autores do toolkit agradecem à Prof. Paola Bocchini do Liceo A. (Bologna) e aos seus alunos (class IV A ano lectivo 2021-2022).

Referências

-
- i M. Conserva, [La produzione mondiale di alluminio primario, A&L 21/02/2019](#).
 - ii 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](#).
 - iii AA. VV. Enciclopedia della Chimica Garzanti, Garzanti editore, Milano, 1998.
 - iv CIAL - Consorzio [Imballaggi](#) in Alluminio.
 - v C. Exley [J. Inorg. Biochem. 97 \(2003\) 1–7](#).