

En algunas plantas de electricidad se quema combustible fósil para generar energía térmica, que luego es reconvertida en energía eléctrica y transmitida a sus centros de consumo. Allí, la electricidad así generada es utilizada para poner en marcha un sinfín de aplicaciones, tales como: generar luz, energía térmica para calentar el ambiente o algunos alimentos, enfriar el ambiente o poner en marcha las neveras, etc. En este mismo sentido, en los automóviles, independientemente de su vistosidad, la energía térmica producida por la combustión de hidrocarburos es transformada por una serie de dispositivos en el trabajo mecánico necesario para su movilización y funcionamiento.



Una de las primeras plantas de electricidad, cuya energía proviene de combustibles fósiles (Colorado, EE.UU.).



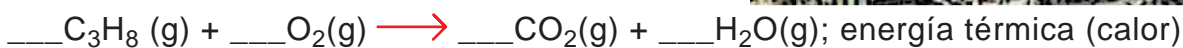
El mundo de la química

Capítulo XI. La indispensable energía

Cuando ocurren reacciones químicas favorecidas termodinámicamente, como las que tienen lugar en la combustión de una mezcla de hidrocarburos, los reactantes reacomodan sus contenidos formando moléculas de mayor estabilidad, por ejemplo, CO_2 y H_2O , liberando energía en el proceso.

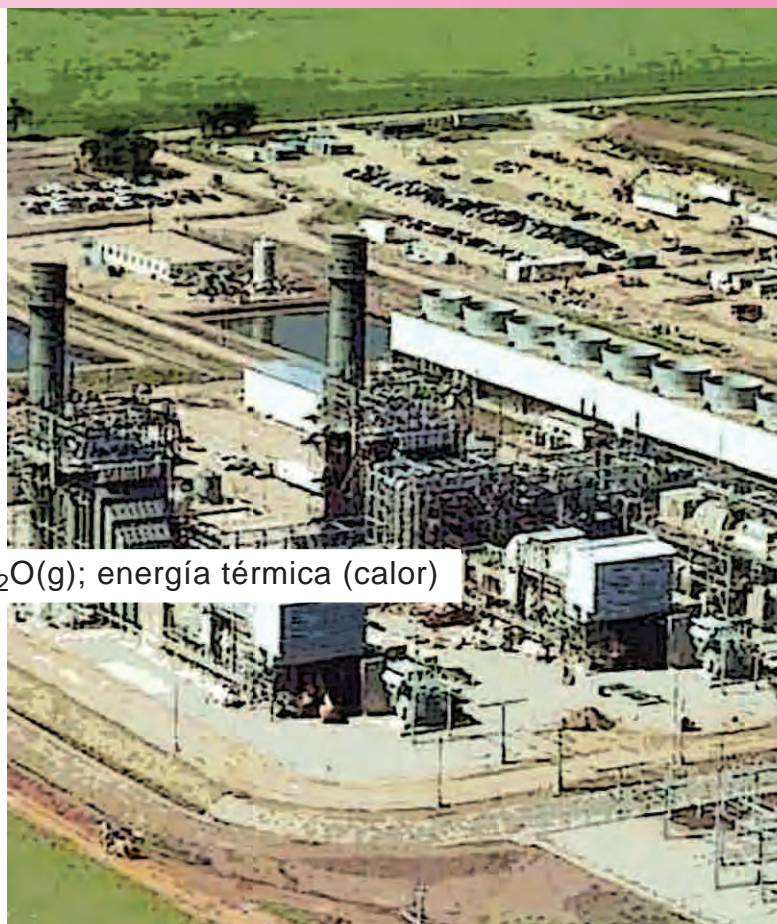
Pero, ¿qué es la combustión? ¿Qué productos se forman cuando se queman los combustibles derivados del petróleo? ¿Cuánta energía interviene?

Una ecuación química que ejemplifica estos procesos es la siguiente:



En este caso se está quemando un alcano en presencia de oxígeno.

Demuestra tu destreza balanceando la ecuación.



Planta termoeléctrica.

Energía térmica

La energía térmica que se produce depende directamente del tipo de sustancia y de la cantidad de ésta que se quema. De allí que la masa molar y la masa del hidrocarburo sean los factores a considerar para obtener determinada cantidad de energía.

En el caso de los productos derivados del petróleo, tal y como se mencionó anteriormente en distintas ocasiones, el contenido molecular de cada fracción o mezcla determina la magnitud del calor liberado y su posible aplicación. En todos estos casos, las reacciones de combustión son exotérmicas.

La energía desprendida por la formación de los enlaces en las moléculas de los productos (dióxido de carbono gaseoso y vapor de agua), es mayor que la energía requerida para romper los enlaces en las moléculas reaccionantes del alcano y el oxígeno gaseoso, ya que la reacción, al ser exotérmica, proporciona energía que puede ser utilizada. La reacción debe ser iniciada con una chispa, pero luego de iniciarse procede sin detenerse. Es por ello que es muy difícil controlar un incendio en pozos petroleros o instalaciones de almacén de combustibles.



Incendio en plataforma petrolera.
Mar del Norte.

Para pensar

El etano (C_2H_6) libera $1,6 \times 10^3$ kJ de energía en forma de calor por cada mol que se quema. El propano (C_3H_8) libera $2,2 \times 10^3$ kJ por mol. Si el combustible se expende por kilogramo, ¿cuál resulta más económico?

Escribe la ecuación balanceada de la combustión de cualquiera de los dos alcanos mencionados.

Si tienes dudas comparte tus respuestas con tu profesor.

282



Instalación con paneles solares para aprovechamiento de energía.

Los combustibles fósiles, y en particular el petróleo, impulsan literalmente a las sociedades industrializadas. Pero, y siempre hay un pero, el suministro de petróleo no es ilimitado ni barato. Así pues, siempre será muy importante tanto el tratar de maximizar la eficiencia en el aprovechamiento de la energía producida, utilizando este tipo de reacciones químicas de combustión de hidrocarburos, como el reducir la necesidad de su consumo e incentivar la generación de fuentes alternas de energía menos contaminantes y más eficientes.

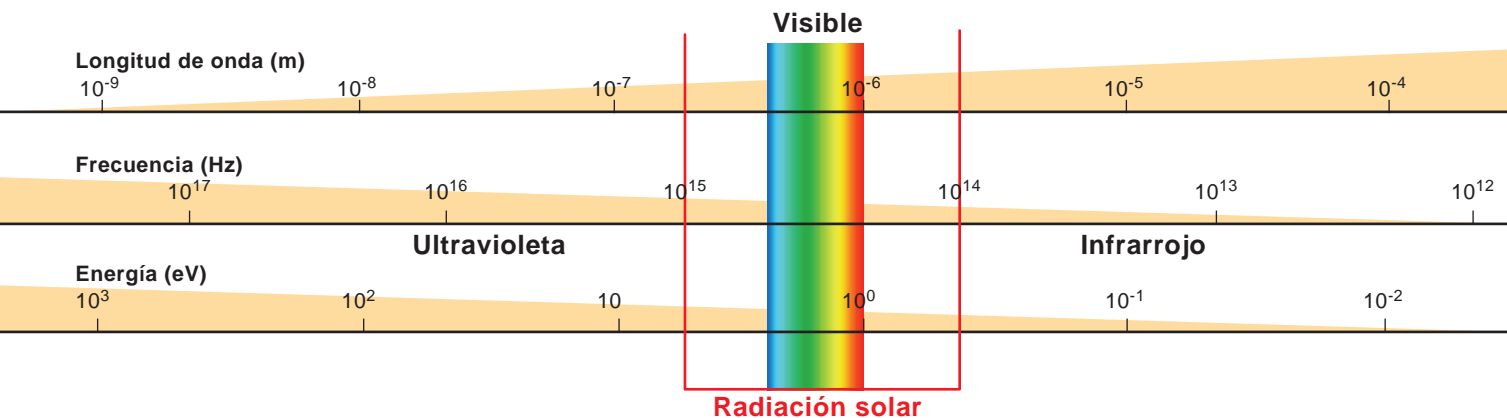
Sugerencia

¿Cómo sería la vida sin el petróleo como combustible? En 1977, la revista *Time* pidió al escritor de ciencia ficción Isaac Asimov que describiera un mundo así. Asimov decidió situar su predicción veinte años en el futuro: en 1997.

Lee a este excelente autor de ciencia ficción para que tengas una idea.

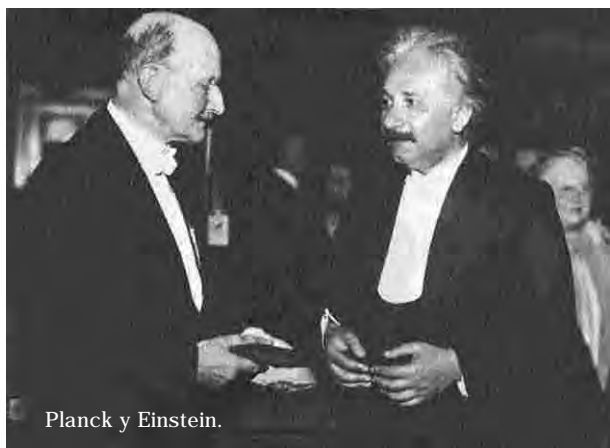
Utilizando la luz recién llegada

Ya antes dijimos que la luz del Sol es la fuente natural de energía más importante sobre la Tierra. Una fuente de luz es aquella que emite radiación en el rango visible del espectro. Es por ello que el Sol y las estrellas constituyen fuentes naturales de luz. Las fuentes artificiales son creadas por nosotros: la luz eléctrica, las lámparas de gas y las velas, entre otras. Es importante destacar que el Sol, además de proporcionarnos luz en el estrechísimo intervalo visible, también nos irradia energía en un amplio intervalo de otras frecuencias.



La energía radiante está constituida por un conjunto de radiaciones electromagnéticas llamado espectro electromagnético. Cada radiación posee una frecuencia, una longitud de onda y la misma velocidad de propagación en el vacío. De mayor a menor longitud de onda, las principales radiaciones son: ondas de radio, microondas, infrarrojo, visible, ultravioleta, rayos X y rayos γ .

283



Planck y Einstein.

Entender el concepto de energía relacionado con la luz tomó un tiempo importante en el desarrollo de la física y de la química. La naturaleza de la luz como energía, fue vislumbrada gracias a los aportes de la teoría de Max Planck. En 1900, Planck expuso su teoría cuántica sobre la emisión y captación de la energía radiante, la cual estableció que la energía emitida o absorbida por un cuerpo es un múltiplo entero de un valor muy pequeño, al que denominó: cuanto de energía.

Los fotones o cuantos de energía fueron reconocidos gracias al trabajo realizado por Albert Einstein para encontrarle una explicación al efecto fotoeléctrico. Los fotones tienen comportamiento dual: se propagan como una onda electromagnética e interactúan con otras partículas como si fueran corpúsculos portadores de energía.

De acuerdo con Planck, la energía de radiación (E) se relaciona con la longitud de onda mediante la ecuación:

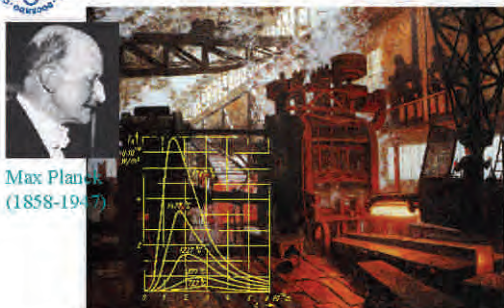
$$E = hc/\lambda$$

h constante de Planck = $6,62 \times 10^{-34}$ J/s
 λ longitud de onda

Puedes ver que mientras más pequeña es λ , mayor es la energía de la radiación. Si en la ecuación anterior colocamos, por ejemplo, la longitud de onda más pequeña, la de las radiaciones γ (gamma), se obtiene el valor de energía más alto y es por ello que son tan peligrosas para el ser humano.



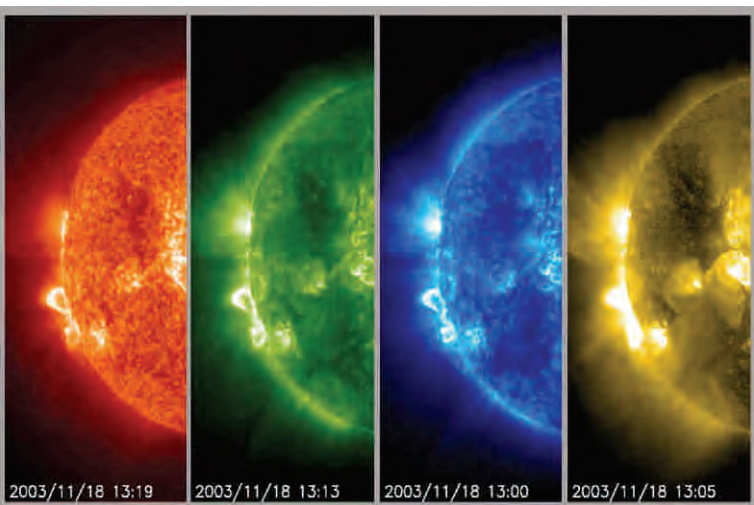
Planck: Strahlungsgesetz



Max Planck (1858-1947)

© Ulm-Museum, Experimentelle Physik, Universität Ulm

Afiche alegórico a la Ley de Radiación de Planck. Universidad de Ulm, Alemania.



Radiación ultravioleta emanada por el Sol. Imágenes tomadas por satélites de la NASA. <http://www.nasa.gov>

La radiación solar que llega a la superficie de la Tierra es el resultado de la acción filtrante de la capa de ozono, la cual elimina el componente energético por debajo de los 290 nm de longitud de onda. Es así como la vida sobre nuestro planeta se mantiene en presencia de la radiación ultravioleta, visible e infrarroja.

La radiación ultravioleta del rango UV-B y UV-A en exceso puede resultar dañina produciendo, entre otras afecciones, cáncer de piel. Sin embargo, la radiación ultravioleta también permite combatir trastornos depresivos, así como sintetizar vitamina D, importante para el crecimiento y la salud de los huesos.

La radiación visible es muy importante para la vida por su participación en la fotosíntesis.

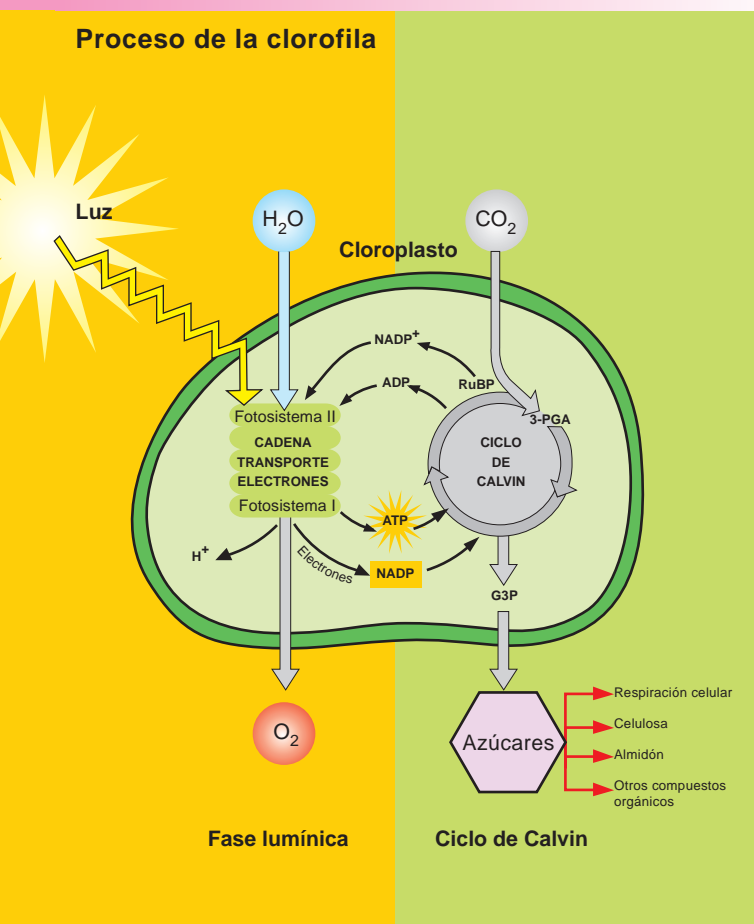
La clorofila, responsable del color verde de las plantas, interactúa con fotones de luz visible y absorbe la energía que será utilizada en la transformación de CO₂ y agua en glucosa y oxígeno, ambos esenciales para la vida sobre el planeta. Es importante recordarte que la clorofila es verde pero no absorbe este color sino que lo refleja, por eso la vemos verde; el color que absorbe es el complementario del verde: el rojo. Es este color el que se relaciona con la fotosíntesis, cuyo complejo proceso se puede resumir en la siguiente ecuación:



Ese proceso no está favorecido energéticamente porque es endotérmico, ni entrópicamente pues aumenta el orden (se obtiene un sólido formado por moléculas de glucosa muy ordenadas). Esto significa, que para que la fotosíntesis ocurra se requerirá que el medio se desordene y así aporte la energía necesaria. Además, es necesario que el sistema disponga de la forma de captar y manejar eficientemente esta energía para lograr el producto. La mitad, aproximadamente, de la energía almacenada, va a ser consumida en la respiración del autótrofo y sólo la otra mitad estará disponible para continuar la cadena.

La radiación infrarroja y la microonda son las responsables de mantenernos calientes, ya que al contacto con la materia producen cambios que se traducen en liberación de energía térmica. La variación en la incidencia de los rayos del Sol en diferentes estaciones del año, así como la duración de los días, determinan los cambios de temperatura que generan los vientos y éstos la energía eólica.

En la búsqueda de fuentes de energía menos contaminantes que las fósiles, se ha considerado la energía solar como una alternativa importante, siendo una de sus ventajas que es un recurso que no se agotará por varios miles de años. Su mayor desventaja es la discontinuidad en la disponibilidad, ya que depende de las horas de luz del día y de las estaciones. Es por ello que se requieren dispositivos de almacenamiento para su uso nocturno.



Fuentes de energía



En la actualidad hay numerosas áreas de investigación en química relacionadas con la producción y aprovechamiento de la energía. Entre ellas, sin duda alguna, la más importante y que ya está teniendo un impacto social en ciertos países, es el conjunto de investigaciones se está realizando para la generación y manejo de las celdas de combustible. Otra área importante es la fotoquímica.

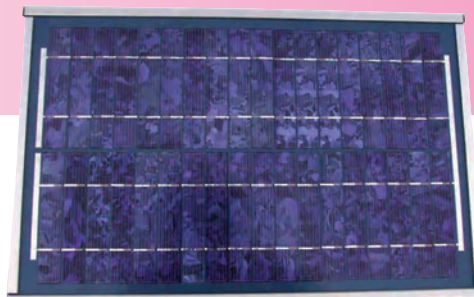
En muchas ocasiones se utilizan fuentes energéticas que producen radiaciones, las cuales pueden ocasionar cambios químicos denominados **reacciones fotoquímicas**. Estas reacciones son eficientes y selectivas, y su aplicación, a nivel terapéutico o industrial, requiere el uso de fuentes de luz continua o pulsada como lámparas y/o láser. Para que las reacciones fotoquímicas ocurran, es preciso que la luz sea absorbida, condición que sólo se consigue en ciertas moléculas con grupos funcionales capaces de absorber los fotones (cromóforos).

Así como los fotones pueden ser absorbidos y generar reacciones fotoquímicas, también algunas reacciones producen luz. La luminescencia es un proceso a través del cual en un material se produce radiación no térmica. Ocurre por medios diferentes a la combustión. En este caso, los materiales absorben varios tipos de energía y una parte de la energía se emite como luz, proceso que ocurre en dos etapas:

1. La energía incidente hace que los electrones de los átomos del material absorbente se exciten y salten de las órbitas internas de los átomos a las órbitas exteriores.
2. Cuando los electrones "caen" de nuevo a su estado original emiten luz. Cuando la luz se produce por reacciones químicas se llama quimiluminiscencia.

Interesante

La bioluminiscencia es la luz que producen seres vivos tales como las luciérnagas y algunos mariscos y moluscos o algunas algas marinas. En el caso de las luciérnagas la luz se produce por una reacción química entre el oxígeno del aire, una sustancia conocida como luciferina y la enzima luciferasa. La fuente de energía para la reacción es el ATP (adenosintrifosfato). La luciérnaga emite luz con la finalidad de encontrar pareja. Lo interesante es que emite luz "fría", lo que no hace un bombillo.

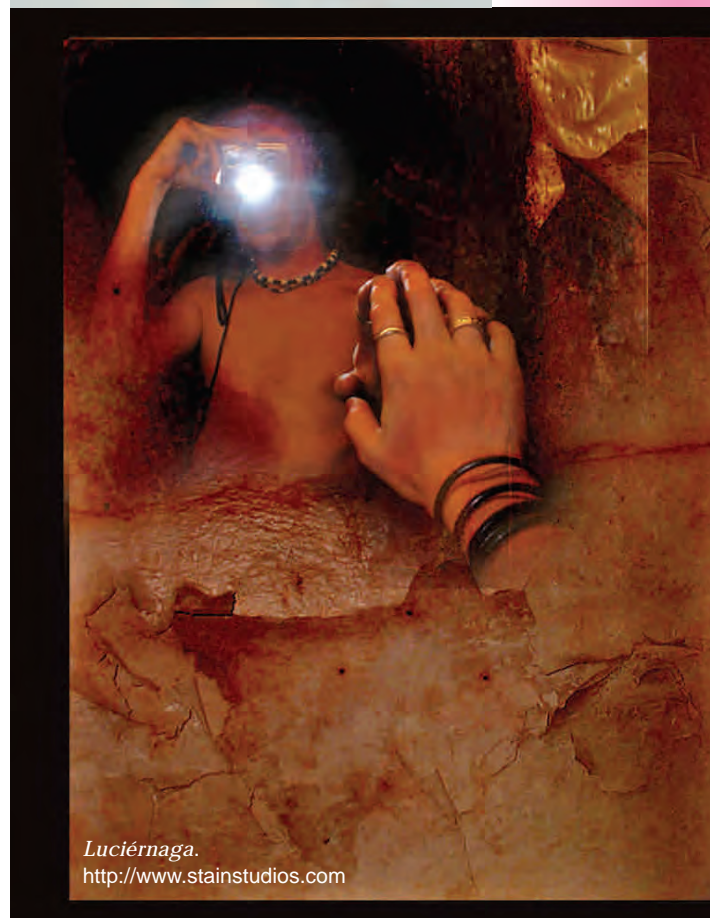


Colector de placa plana

En los procesos térmicos los colectores de placa plana interceptan la radiación solar en una placa de absorción por la que pasa el llamado fluido portador, aire, agua o agua y anticongelante. Éste, en estado líquido o gaseoso, se calienta al atravesar los canales por transferencia de calor desde la placa de absorción. Son capaces de calentar fluidos portadores hasta 82 °C y obtener entre el 40 y el 80 % de eficiencia. Se usan para calentar agua y para calefacción. Los sistemas típicos para casa-habitación emplean colectores fijos, montados sobre el techo.



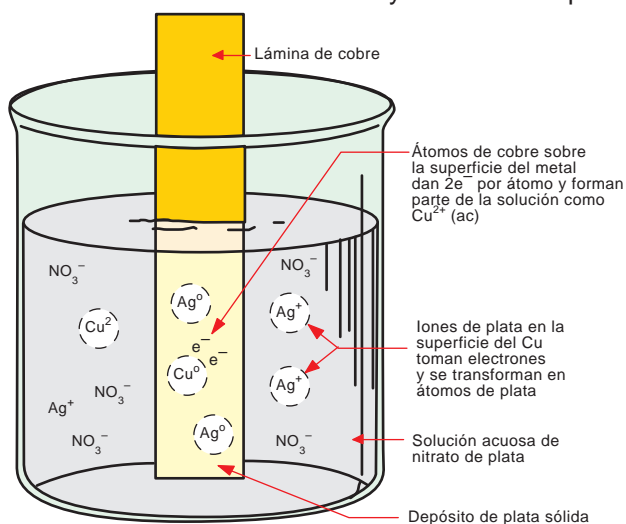
285



Luciérnaga.
<http://www.stainstudios.com>

Interconversión entre energía química y energía eléctrica

Reacción redox entre el cobre y el nitrato de plata



Así como la luz puede producir reacciones y éstas a su vez generar luz, de igual manera la electricidad puede generar reacciones químicas, como ocurre en la electrólisis (descomposición de sustancias por acción de la electricidad), y de la misma forma las reacciones químicas pueden generar electricidad, como en las baterías de los carros. Tanto en la transformación de la energía eléctrica en energía química como en el caso inverso, el proceso se basa en una reacción redox.

Las reacciones redox

Las reacciones redox o de oxidorreducción, consisten en que al menos un átomo pierde electrones (oxidación) y al menos otro los gana (reducción). Así, el primero ocasionó la reducción del segundo, es un reductor, mientras que el segundo es un oxidante pues ocasionó la oxidación del primero. Parece un trabalenguas, pero tiene sentido. Algo muy importante que debes tener en cuenta, es que el número de electrones ganados es exactamente igual al número de electrones perdidos.

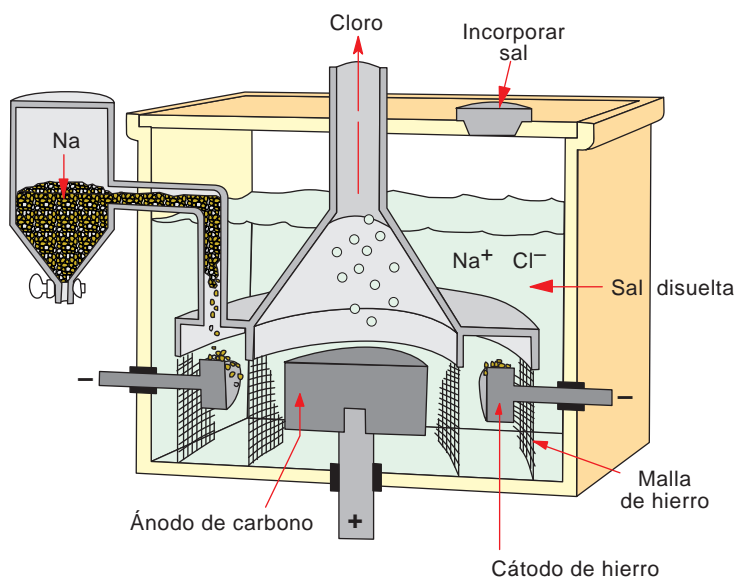
Las reacciones redox son más frecuentes de lo que crees. En fascículos anteriores y en este mismo se han presentado muchas de ellas. Bastará un par de ejemplos. Comencemos con la formación del NaCl. El cloro tiene una electronegatividad (avidez por los electrones) mucho mayor que el sodio, por lo que cuando se forma el NaCl, el átomo de cloro toma un electrón del átomo de sodio. Se forman el anión Cl⁻ y el catión Na⁺. El sodio sufrió una oxidación y el cloro una reducción, por lo que el cloro oxidó (es el oxidante) al sodio (el reductor).

La ecuación $2 \text{Na} + \text{Cl}_2 \longrightarrow 2 \text{NaCl}$, te dice que cada átomo de sodio perdió un electrón y que cada átomo de cloro ganó un electrón.

Es muy importante recordarte que la reacción de formación del NaCl es espontánea. Si, por el contrario, quisieras descomponer el NaCl para obtener dicloro por electrólisis, entonces deberías suministrar energía. Puedes corroborar esto en la figura anexa sobre electrólisis.

286

Electrólisis con NaCl



Para pensar

El átomo de oxígeno es más electronegativo que el de hidrógeno. Cuando el agua se forma a partir de hidrógeno y dióxígeno, ¿qué átomo sufre la oxidación y qué átomo la reducción?, ¿qué átomo es el oxidante y qué átomo el reductor?

La ecuación de formación del agua es $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$. Si cada átomo de hidrógeno puede perder un electrón, ¿cuántos electrones puede ganar cada átomo de oxígeno? Si tienes duda comparte tus respuestas con tu profesor.

En el primer ejemplo se han formado iones, hubo una pérdida y ganancia real de electrones. En el segundo ejemplo la cosa no ha llegado a tanto, ya que los electrones serán compartidos, y sólo estarán desplazados hacia el átomo más electronegativo. En el primer caso tendremos un enlace iónico y en el segundo un enlace covalente polar.

Energía eléctrica y trabajo a partir de la energía química

Las reacciones de combustión de los combustibles fósiles son reacciones redox. En todas ellas los átomos de carbono son oxidados por los átomos de oxígeno, lo cual es de esperarse ya que el oxígeno es más electronegativo que el carbono. Lo mismo ocurre cuando respiramos o cuando lo hace una planta. En la naturaleza, la reacción que representa la fotosíntesis también es redox, pero en ella ocurre lo contrario: ¡El elemento más electronegativo es el que pierde los electrones!, no en balde esta reacción requiere energía. Menos mal que habrá Sol durante muchos años.

La transferencia de electrones es un proceso que involucra energía. El movimiento de los electrones genera una corriente eléctrica. La reacción entre el Zn y una disolución acuosa de CuSO_4 en un tubo de ensayo desprende energía, esto se debe a la transferencia de dos electrones del Zn al Cu^{2+} . Sin embargo, como los electrones son entregados directamente no se produce electricidad, por lo que toda esa energía se pierde en forma de calor. John Frederic Daniels (1790-1845) ideó una forma de entregar los electrones a través de un cable metálico. El movimiento de los electrones por el cable genera electricidad que puede ser utilizada para distintos fines: iluminar un bombillo, poner a funcionar un motor, etc. Así, la energía química de la reacción es utilizada para producir un trabajo. Recuerda que al electrodo donde ocurre la oxidación se le denomina ánodo y al electrodo donde ocurre la reducción se le denomina cátodo.

Celdas de combustible: Combustión apacible

Este fundamento es el que ha permitido el diseño de las celdas de combustible. En ellas los electrones no se entregarían directamente de los átomos de carbono a los de oxígeno, permitiendo de esa manera obtener electricidad y poderla transformar en otras formas de energía. Sin embargo, aún quedaría el problema de la cantidad de CO_2 que se produce en la reacción que, entre otros problemas, genera el efecto invernadero. Un combustible muy especial sería el hidrógeno (H_2) ya que su reacción con el oxígeno (O_2) produce sólo agua además de generar una gran cantidad de energía, aunque es inevitable una pérdida apreciable en forma de calor. Esta celda produce cerca de 280 kJ de energía por cada mol de agua que se forma. De esa cantidad, alrededor de un 30 % se pierde en forma de calor. Al final habrá ocurrido una combustión muy apacible, sin que el combustible arda. Finalmente vale la pena destacar a los protagonistas de la producción de esa energía vital para el macromundo, los cuales más micro no han podido ser: protones, neutrones, núcleos, fotones, electrones y otras partículas fundamentales. Ellos son los responsables de casi todo lo que ocurre, no podría escapar de esto la energía.



Los nuevos paradigmas

Desde los años 70 del siglo pasado se han ido cambiando los paradigmas relacionados con la energía, materias primas y el medioambiente con la finalidad de evitar una sobreexplotación de la naturaleza y su consecuente degradación. Los altos precios de la energía y las materias primas, así como el impacto ecológico de las tecnologías, han llevado a aplicar y difundir medidas para ahorrar energía, reciclar materiales, considerar subproductos y valorar al ser humano, pues cada uno de nosotros tiene, en mayor o menor grado, la responsabilidad de cuidar el ambiente.

¿Sabías que...?

A fines del siglo XIX se inició el proceso de “descarbonización”, que no es más que la reducción del número de átomos de carbono con relación a los átomos de hidrógeno en los combustibles. La leña, que durante siglos fue el gran combustible de la humanidad, posee 10 átomos de carbono por cada átomo de hidrógeno. En el carbón la proporción es de 2 a 1. Por su parte, en el petróleo hay 0,5 átomos de carbono por cada uno de hidrógeno, y en el gas natural se alcanza una proporción de 0,25 a 1 (un átomo de carbono por cada 4 de hidrógeno).

Hace 150 años, un personaje de la novela *La isla misteriosa*, de Julio Verne, dijo: “el agua será el carbón del futuro”. Sabemos que de la electrólisis del agua podemos obtener el que se considera será el gran combustible a mediados de este siglo: el hidrógeno. Así tendremos, a diferencia del petróleo, no sólo una fuente energética renovable sino un combustible que al no tener carbono elimina el problema de contaminación que ha venido generando el CO_2 . Antes de que se les haga tarde, países como Venezuela deberían prepararse desde ya para estos cambios en los patrones energéticos mundiales.

Fundación
POLAR



Capítulo XII:

