

BARRILES DE PAPEL No. 254©

COMBUSTIBLE DEL AGUA

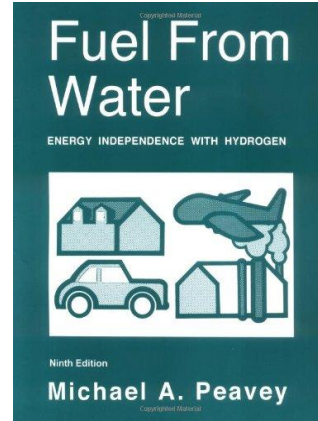
Académico, Ing. Diego J. González Cruz

Siguiendo con nuestra tarea de informar sobre la literatura en materias de Sociedad, Gerencia, Política y Energía, esta vez voy a conversar sobre el libro: *Fuel from Water*, de Michael A. Peavey.



<https://www.goodreads.com/user/show/13762841-mark-house>

Merit, Inc. Box 5363, Louisville, KY.



https://www.abebooks.com/servlet/SearchResults?an=peavey%20michael&cm_sp=det- -bdp- -author

Este es un libro muy importante, que toca el tema de la independencia Energética utilizando el Hidrógeno. Tiene un total de 251 páginas, dividido en 11 Capítulos, con 110 importantes Tablas y Diagramas.

Referencia:

https://books.google.co.ve/books?redir_esc=y&id=noErF72qoBMC&focus=searchwithinvolume&q=indice

Este libro muestra cómo acabar con nuestra dependencia del Petróleo importado y limpiar el Aire con el elemento más abundante del Universo. Aboga por el Combustible de Hidrógeno como la mejor alternativa a largo plazo a los Combustibles Fósiles y como una forma de dejar de contaminar el Aire y subsidiar a los terroristas. Muestra cómo generar Hidrógeno por Electrólisis, cómo convertir un motor de Combustión Interna en Hidrógeno y cómo se puede utilizar el Hidrógeno en Electrodomésticos.

El Combustible de Hidrógeno puede ser la solución definitiva tanto para reducir la Contaminación del Aire como para nuestra precaria dependencia del Petróleo Importado. La Contaminación y el Calentamiento Global dejan en claro que debemos reemplazar los Combustibles a base de Carbono. La Electricidad aplicada al Agua produce Gas Hidrógeno. Cuando se quema, el Hidrógeno limpia el Aire al convertir los contaminantes a base de Carbono que ya se encuentran en el Aire en Dióxido de Carbono y Vapor de Agua más seguros.

Por sí mismo, el Hidrógeno solo produce Vapor de Agua. El Hidrógeno utilizado en Vehículos Híbridos y de Pila de Combustible puede hacer que los Vehículos Eléctricos sean Prácticos. El Motor Eléctrico es de dos a tres veces más Eficiente que el Motor de

Combustión Interna. Pero se puede utilizar para almacenar Energía Generada por Molinos de Viento, Células Solares o Represas Hidroeléctricas. Este libro presenta evidencia convincente de que el Hidrógeno obtenido de Fuentes de Energía Renovables podría liberarnos de las Ataduras de la Energía Importada. Más de 150 Tablas e Ilustraciones, Decenas de Estudios y el Testimonio de Investigadores Expertos contribuyen a la Conclusión de que Nuestro Futuro Energético radica en este Combustible Ilimitado del Agua.

Capítulo 1: Introducción:

- El Hidrógeno es un Combustible que no se agotará.
- El Hidrógeno tiene la más alta Energía por unidad de peso: tres veces la de la Gasolina.
- El Hidrógeno puede ser transportado en forma segura por tuberías.
- El Hidrógeno no es tóxico.
- El Hidrógeno se disipa rápidamente en el aire. Lo que reduce las posibilidades de explosiones.

El Hidrógeno también tiene algunas desventajas:

- Su Tecnología de almacenamiento es más inconveniente que la de los Combustibles líquidos y otros Combustibles Gaseosos.
- Su baja temperatura de licuefacción ($-253\text{ }^{\circ}\text{C} = 423\text{ }^{\circ}\text{F}$) requiere más Energía para licuarlo.
- Tiene bajo contenido Energético sobre una base de Volumen: cerca de un tercio que la Gasolina.

El Hidrógeno conforma el 90% de los átomos en el Universo. En el Espacio Interestelar hay cerca de un átomo de Hidrógeno por centímetro cúbico. Sin embargo, en la Tierra ocupa apenas el 0,2% de la Atmósfera.

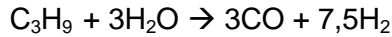
En 1776 el Químico Británico Henry Cavendish descubrió el Hidrógeno cuando disolvía metales en ácidos diluentes. Cuando se quemaba producía Agua. En 1783 el Químico Frances Antoine Lavoisier le dio el nombre de Hidrógeno de las palabras Griegas que significaban "productor de Agua".

Cuando se pasa una corriente eléctrica a través del Agua también se produce Hidrógeno. Esta corriente separa el Hidrógeno del Oxígeno y el proceso se conoce como Electrólisis.

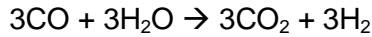
Hay otras fuentes de Hidrógeno. Se encuentra en combinación con el Carbono en una clase de componentes llamados *Hidrocarburos*. Se requiere mucha Energía para separarlo del Carbono en estos. Cuando se combina con el Oxígeno la Energía es producida como Calor.

Capítulo 2: Electrólisis

El método más común para producir Hidrógeno es separándolo de los Hidrocarburos, como el Metano, la Gasolina, el Fuel Oil, y el mismo Petróleo Crudo, para producir Óxidos de Carbono e Hidrógeno. Esto se hace utilizando vapor a $700\text{ a }1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($1.290\text{ a }1800\text{ }^{\circ}\text{F}$). Para el caso del Propano (C_3H_8):



Los Gases producidos pueden ser procesados después a 350 °C (660 °F).



Generalmente se usa un Catalizador de Óxido de Hierro para este proceso. Carbon puro en la forma de Carbón mineral o Coque puede hacerse reaccionar con Agua:



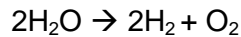
Utilizando Carbón mineral se puede producir Hidrógeno a una Energía equivalente a US\$ 0,04 por litro (US\$ 0,15 por Galón).

Otra forma de producir Hidrógeno incluye separar el Amonio a altas temperaturas. La producción de Hidrógeno es baja, pero es conveniente para su uso en el laboratorio:

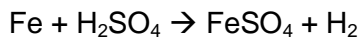


En un proceso similar, los Hidrocarburos líquidos almacenados en un vehículo, suplen Hidrógeno al motor.

La Electrolisis que se utiliza para separarlo de la molécula de Agua, para producir un Hidrógeno de alta pureza (99,9%) es un proceso muy costoso:



Hacer reaccionar Metales con Ácidos produce pequeñas cantidades de Hidrógeno, para usos en el laboratorio:



Mediciones de Eficiencia:

La Eficiencia Térmica de la Electrólisis compara la Energía de la Combustión de Hidrógeno y Oxígeno con la Energía necesaria para producir los dos Gases del Agua.

$$\text{Eficiencia Térmica} = \text{H}/(\text{q}[\text{w}/\text{e}]) = \text{H}/\text{Q} = \text{Energy in} / \text{Energy out}$$

- H = Energía requerida para separar el Agua = 79,4 Wh/gramo mol de H₂ a 25 °C (77 °F) y una atmosfera (0,1 MPa, 14,7 psi).
- q = Entrada de Energía Térmica.
- e = eficiencia de convertir el calor en Energía eléctrica.
- Q = Energía Térmica total requerida para el proceso.

Sigue con excelentes datos de Costos y graficas de los Equipos que se utilizan.

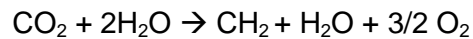
Capítulo 3: Producción Química de Hidrógeno

Se describen en detalle las reacciones químicas para producir el Hidrógeno a partir del Propano con Agua, y del Amonio a altas temperaturas.

Sigue con las Reacciones Electroquímicas para producirlo, y con los Procesos fotovoltaicos.

También se describe las Fuentes Biológicas para producirlo:

- Ciertas bacterias, en la ausencia de Oxígeno, convierten Materia Orgánica en Metano.
- Plantas verdes y alga (plantas de una sola célula microscópica) convierten el Dióxido de Carbono, Agua, y la Luz Solar en Carbohidratos, Agua y Oxígeno:



Producción de Hidrógeno del Agua, por acción Térmica:

Utilizando la Energía Térmica Solar:

A 2.730 °C (4.946 °F) el Agua se descompone en Hidrógeno y Oxígeno. Estas temperaturas se pueden alcanzar enfocando la Energía Solar en un reflector Parabólico o un lente. Sin embargo, hay dos problemas principales: 1) mantener el Oxígeno y el Hidrógeno separados, y 2) encontrar los materiales que resistan esas altas Temperaturas.

Los Investigadores han propuesto varias formas de mantener los dos elementos separados;

- Centrifugándolos
- Con separación magnética
- Utilizando una membrana
- Enfriándolo (*Quenching*). Presentan dos Métodos.

En la página 64 se presentan todos los Costos de producción de Hidrógeno para la fecha (1986), En \$/kWh, \$/millón de Btu, \$/m³ y \$/pie³.

Capítulo 4: Combustible del Carbon Mineral (*Coal*)

En 1986 500 billones de metros cúbicos (17,6 trillones de pie³). Los tres métodos más comunes para producirlo son:

- Reformándolo el Petróleo (77%)
- Gasificando el Carbón mineral (18%)
- Electrolisis (4%)

Todo va a depender de los Precios del Petróleo, del Carbón y de la Electricidad.

Conceptos Termodinámicos:

- Calor
- Trabajo
- Entalpia de Escape

Esto de acuerdo con la *Primera Ley de la Termodinámica*

Costos (págs. 71 a 74)

- Costo Termodinámico de la Producción de Gas de Síntesis (CO+H₂)
- Costo Termodinámico de la Producción de Hidrógeno
- Costo Termodinámico de la Producción de Metano

Resumiendo:

- Se necesita menos Energía para producir Hidrógeno del Carbón Mineral que del Metano
- En la Gasificación del Carbón Mineral se pierde Energía.
- Se utiliza menos Energía para hacer reaccionar el Monóxido de Carbón con Vapor para producir Hidrógeno.
- El Metano y el Hidrógeno tienen usos similares
- El Hidrógeno puede ser movido por tuberías solo con un poco mas de dificultad que el Metano.

Capitulo 5: Almacenamiento del Hidrógeno

El Hidrógeno se puede almacenar en estado Gaseoso, Líquido o "Sólido".

- Como Gas se almacena a alta Presión en envases fabricados con Metales livianos pero fuertes.
- El Hidrógeno se licua a temperaturas cercanas a los -253 °C (-423 °F). Los Contenedores deben estar muy bien aislados. Los Contenedores típicos tienen doble paredes con un vacío entre ellas.
- El Hidrógeno puede ser almacenado en el interior de Metales sólidos. El Metal absorbe el Gas Hidrógeno a altas Presiones y bajas Temperaturas.
- Calor y bajas Presiones se aplican para sacar el Hidrógeno del Metal.

Siguen importantes Tablas y Graficas sobre el tema.

Almacenamiento a Alta Presión en un Vehículo:

Típicamente el peso de los Contenedores a Presión es 100 veces el peso del Hidrógeno contenido en ellos. Un Cilindro de 136 kg (300 libras) puede almacenar el 1% de su peso a 408 atm (6.000 libras), y rinde 96 km (60 millas).

Para convertir un Carro que rinde 5,5 km/lt (13 millas/gal) a un Sistema con Hidrógeno se necesita un Sistema de combustible que almacene el Hidrógeno Gaseoso a 1.350 kg

(3.000 libras). Dara un rango de 418 km (260 millas) a una Velocidad tope de 96,5 m/s (60 millas/hora).

A pesar de los problemas, el Hidrógeno en forma Gaseosa es la forma más sencilla y barata para usarlo en Vehículos. Tambien hay Vehículos que lo usaron en forma líquida.

El Hidrógeno almacenado a 100 atm. Tiene tres veces la Densidad Energética, y mil veces la Energía por Unidad de Peso que las Baterías de Plomo y Acido.

Se presentan Tablas con los Costos de Conversión de cada parte.

Tambien se presentan diseños de Aviones y Ferrocarriles que usan como Combustible Etano líquido o Hidrógeno líquido.

Sigue con las marcas de Automóviles y Buses que usan Hidrógeno.

Capitulo 6: Modificaciones a los Motores

Se presentan los beneficios y los problemas de usar el Hidrógeno como combustible. Sigue con los experimentos de Conversión desde 1870 hasta los actuales Proyectos de conversión, con detalles de las marcas de Vehículos.

A continuación presento una buena Referencia de cuál es la situación actual, realizado por *Information Trends*: <https://www.prnewswire.com/news-releases/hydrogen-fuel-cell-passenger-vehicles-ready-for-take-off-says-information-trends-301299689.html>

The study, Global Market for Passenger Hydrogen Fuel Cell Vehicles, said that over 27,500 hydrogen fuel cell vehicles had been sold by year-end 2020 since their sales first began. The sales were constrained by the absence of a robust hydrogen fueling infrastructure.

Hydrogen fuel cell passenger vehicle sales in 2020 by automaker

Hydrogen fuel cell passenger vehicle sales in 2020 by automaker

Hydrogen fuel cell vehicle sales in 2020 by region

Hydrogen fuel cell vehicle sales in 2020 by region

The sales of passenger hydrogen fuel vehicles are now poised for a rapid pickup in 2021, the study said. Over 8,500 passenger fuel cell vehicles were sold in 2020, the highest annual sales compared to any of the previous years. The 2020 sales bucked the severe downturn experienced by the auto industry during the year

Capitulo 7: Electricidad del Hidrógeno

A finales de 1800 fueron introducidos los Carros Eléctricos para un Público escéptico sobre cualquier medio de Transporte que no atrajera Moscas. Por un tiempo los Carros Eléctricos compitieron con los Carros con Motores a Gasolina que el Público prefería. Ya para 1920 los Carros de Combustión Interna con Gasolina prevalecían sobre todas las

otras Tecnologías de Transporte. El punto débil de la Tecnología de Vehículos Eléctricos es la *batería*.

El Departamento de Energía de USA, la Industria Automovilística y varias Empresas Publicas formaron la *Advanced Battery Consortium* y le otorgaron el primer préstamo a la Empresa *Ovionic Battery Co*, de Troy, Michigan. En 1987 la Ovionic produjo la primera Bateria de hidruro de níquel (*Una pila o batería de níquel-metal hidruro o de níquel-hidruro metálico (Ni-MH) es un tipo de Bateria recargable que utiliza un ánodo de oxihidróxido de níquel (NiOOH), como en la Bateria de níquel cadmio, pero cuyo cátodo es de una aleación de hidruro metálico*).

Capitulo 8: Aplicaciones Estacionarias.

El Hidrogeno como combustible ha sido estudiado y aplicado virtualmente en todas las formas en las cuales los Combustibles convencionales son usados. Entre los usos no Comerciales están:

- En la Cocina
- Calentamiento del Agua y los Ambientes
- Enfriamiento y Refrigeración
- Iluminación
- Implementos para el Campo
- En el Transporte
- Para la Generación de Electricidad

En todos estos usos es superior a los Combustibles Convencionales, y otras alternativas Sintéticas.

Capitulo 9: Seguridad

Ventearlo, mediante Válvulas de Seguridad en donde este Envasado.

Hay que minimizarle su capacidad de la Energía que tiene para explotar

Capitulo 10: Reacciones Atómicas Catalizadas

- Fusión o Confusión
- Los Experimentos de Pons y Fleischmann
- La Celda de Patterson
- Electro Migración
- Alternando la Corriente
- Conversión Eléctrica Directa

Estados ocultos del Hidrogeno

Capítulo 11: Fuentes para el Trabajo

Organizaciones (se mencionan 11)

Bibliografía

Patentes Norte Americanas (se mencionan 6)

Pie de páginas

Índice

Académico, Ing. Diego J. González Cruz.

e-mail: gonzalezdw@gmail.com

Teléf. +58 416 605.8299,

Caracas, 01 de noviembre de 2021