



BUAP

Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla

INGENIERÍA
F A C U L T A D

ELABORACION DE UNA CELDA DE HIDROGENO PARA SU USO COMO SOPLETE

Proyecto de trabajo de graduación para
obtener el título de **Ingeniero Industrial**

Presenta:

Jorge Arturo Bazán Valle

Asesora de Tesis:

Dra. Patricia Martínez Vara

Tabla de contenido

I. Agradecimientos.....	3
II. Resumen.....	3
III. Abstract.....	3
IV. Introducción.....	3
V. Listado de Imágenes 3D, Fotos, Gráficos, Tablas y Dibujos.....	4
1. Problema de la investigación.....	9
1.1 Planteamiento del Problema.....	9
2. Justificación.....	9
Webgrafía de problemática y justificación.....	12
3. Objetivos.....	13
3.1 Objetivo General.....	13
3.2 Objetivos Específicos.....	13
4. Preguntas de investigación.....	13
5. Marco de Referencia.....	14
5.1 Marco Conceptual.....	14
5.1.1 El Hidrogeno.....	14
Webgrafía del Hidrogeno.....	18
5.1.2 El Oxigeno.....	19
Bibliografía.....	20
5.1.3 La Molécula del Agua.....	21
Webgrafía del Agua.....	25
5.1.4 Fundamentos del Electrolito.....	25
5.1.5 La soda Caustica (NaOH).....	27
5.1.6 Razones de la Sosa Caustica como nuestro electrolito.....	30
5.1.7 Fundamentos de la Electrolisis.....	31
5.1.8 Normalidad para NaOH en H₂O	34
5.1.9 El pOH de nuestro electrolito.....	36
5.1.10 La termodinámica en la reacción.....	37
Webgrafía de química general.....	42
5.2 Marco Teórico.....	44

5.2.1 La Historia de la Celda de Hidrogeno	44
Webgrafía de la historia de la celda de hidrogeno.....	45
5.2.2 Cualidades de las Celdas.....	45
Bibliografía.....	47
5.2.3 Diferentes usos de la Flama	47
Webgrafía de Usos de la Flama.....	54
5.2.4 Tipos de celda.....	55
Webgrafía tipos de Celdas.....	59
5.2.5 Normatividad	60
Webgrafía de Normatividad.....	63
6. Marco Metodológico.....	63
6.1 Construcción de la Celda de Hidrogeno	63
6.2 Las Placas de Acero Inoxidable (neutras)	64
6.3 Las Placas de Acero Inoxidable (electrodos).....	66
6.4 Los Acrílicos y primer Conector	70
6.5 Juntas o Empaques.....	74
6.6 Tornillos y empaques	76
6.7 Manguera y llenado.....	78
6.8 El burbujeador	80
6.9 El Manómetro y el Separador de Agua-Aceite	82
6.10 El Arrestallamas	83
6.11 La Boquilla	85
6.12 Amperímetro, Conectores eléctricos y cables.....	87
Webgrafía de Marcometologico.....	89
7.Conclusión y Recomendaciones.....	90

I. Agradecimientos

A mi Madre Teresa Valle Oropeza quien me dedicó su vida y me alecciono en todo lo necesario para esta vida

A mi padre Jorge Arturo Bazan Roano quien fue una persona muy intelectual y despertó mi inquietud por la ciencia desde pequeño

A mis hermanos Gaby y Toño a quienes siempre tuve incondicionalmente

A mis tías Rosy y Mary quienes siempre vieron por mi, como segundas madres

A todos mis amigos y amigas que logre aprender mucho de ustedes

A mis profesores por guiarme en la educación y me han sabido orientar en situaciones de la vida

II. Resumen

El Presente proyecto muestra la metodología de elaboración y construcción de una celda de hidrogeno para su uso como un soplete, describiendo detalladamente todos sus elementos que le hacen funcionar y también el cómo trabaja la electrolisis como reacción electroquímica, transformando el agua en hidrogeno y oxígeno, que es el principal proceso mediante el cual se genera el gas hidroxilo el cual hace la combustión en una boquilla para el uso como soplete.

III. Abstract

This project shows the methodology of development and construction of a hydrogen fuel cell for use as a torch, describing in detail all elements that make it work and how electrolysis works as an electrochemical reaction, turning water into hydrogen and oxygen, which it is the main process by which the gas hydroxy is generated which makes combustion in a nozzle for use as torch.

IV. Introducción

En este documento se analizan las bases de la producción del hidrogeno y se lleva a uno de sus usos, que es la combustión del gas para uso como soplete primero se describirá el proceso electroquímico, sus bases, su fundamento, su historia, los principios, sus componentes, el análisis y comportamiento de las moléculas de agua hidrogeno y oxigeno durante el proceso, luego hablaremos de los usos que tiene dicho gas como soplete y algunos otros también.

Existen diferentes maneras de crear una celda de hidrogeno las cuales analizaremos para elegir la más conveniente para su estudio y construcción, analizando los materiales diversos que proponen diferentes autores. Informándonos de las normas que regulan ciertos aparatos para tener certidumbre de un buen funcionamiento y seguridad en este proyecto.

Entonces pasaremos al diseño gráfico 3D para un análisis de cada componente que lo conforma, describiendo en detalle donde se consigue, que tipo de material es, el porqué de cada componente, las especificaciones de su tamaño, medidas, dimensiones, elaboración de los mismos y su modo de operación.

Para concluir se detallará la capacidad de trabajo que se obtiene por medio de pruebas y mediciones, al igual que se dará el informe de cómo darle mantenimiento y de cómo trabajo y que mejoras se hicieron al final para un mejor desempeño.

V. Listado de Imágenes 3D, Fotos, Gráficos, Tablas y Dibujos

Listado de Graficas

Grafico #1 Gases de efecto invernadero

Grafico #2 Volumen del hielo del antártico

Grafico #3 Fuentes de energía

Grafico #4 Entalpia en la reacción

Grafico #5 Estadísticas de búsqueda en google

Listado de Imágenes 3D

Imagen 3D #1 Molécula diatómica

Imagen 3D #2 Molécula diatómica de Oxigeno

Imagen 3D #3 El agua y el mundo

Imagen 3D #4 Ion anión

Imagen 3D #5 La molécula de agua

Imagen 3D #6 La distribución molecular del agua

Imagen 3D #7 Perfil de placa de acero inoxidable

Imagen 3D #8 Placa de acero inoxidable vista completa

Imagen 3D #9 Agujero en placa

Imagen 3D #10 Placa para electrodo

Imagen 3D #11 Placa electrodos agujeros

Imagen 3D #12 Distancia de agujeros

Imagen 3D #13 Posición de ahorro de espacio para el corte

Imagen 3D #14 Acrílico agujeros vista perfil

Imagen 3D #15 Acrílico medidas

Imagen 3D #16 Acrílico, medidas equidistantes

Imagen 3D #17 Acrílico, Posición y tamaño de perforaciones

Imagen 3D #18 Distancia del conector recto

Imagen 3D #19 Agujero del conector recto

Imagen 3D #20 Orden de las placas

Imagen 3D #21 Vista de empaques lateral

Imagen 3D #22 Vista de empaques frontal

Imagen 3D #23 Tornillos vista lateral

Imagen 3D #24 Celda vista isométrica

Imagen 3D #25 Celda completa

Imagen 3D #26 Vaso para oxígeno

Imagen 3D #27 Conectando el burbujeador

Imagen 3D #28 Conexión de manómetro y separador de agua y aceite

Imagen 3D #29 El arrestallamas

Imagen 3D #30 Conexión de la boquilla al arrestallamas

Imagen 3D #31 Visualización completa del burbujeador aditamentos y soplete

Listado de Tablas

Tabla #1 Comparación de gases

Tabla #2 Propiedades del Hidrogeno

Tabla #3 Propiedades del Oxigeno

Tabla #4 Propiedades del agua

Tabla #5 Comparación de definiciones

Tabla #6 Ejemplos de pH

Tabla #7 Propiedades de la Sosa Cáustica

Tabla #8 Conductividad de iones

Tabla #9 Entropía del Hidrogeno (kJ/kg*K) a diferentes presiones y Temperaturas

Tabla#10 VLE

Tabla#11 Tres diferentes disoluciones

Listado de Dibujos

Dibujo#1 Invento de Henry Cavendish

Dibujo#2 Elemento Hidrogeno

Dibujo#3 Molécula Hidrogeno

Dibujo#4 Los 3 Hidrógenos

Dibujo#5 El Voltámetro de Hofmann

Dibujo#6 Enlace de copo de nieve

Dibujo#7 Solvatación

Dibujo#8 El ion Hidronio

Dibujo#9 El ion Hidroxilo

Dibujo#10 Reacción de la molécula del agua

Dibujo#11 Celda de William

Dibujo#12 Celda húmeda

Dibujo#13 Celda seca

Dibujo#14 Conexión del Amperímetro

Listado de Fotos

Foto#1 Zeppelin

Foto#2 Láminas de Sosa Caustica

Foto#3 Sosa caustica acuosa

Foto#4 Parrilla Casera

Foto#5 Parrilla USH2

Foto#6 Generadores Epoch

Foto#7 Mueble con parrillas Epoch

Foto#8 Parrillas Epoch

Foto#9 Cortar láminas delgadas

Foto#10 Soldar Joyería

Foto#11 Sellado de Cristal de Cuarzo

Foto#12 Soldado de Alambre

Foto#13 Pulido de Acrílico

Foto#14 Soldar Metales

Foto#15 Soldar tuberías de cobre

Foto#16 Celda Húmeda

Foto#17 Celda Seca

Foto#18 Celda húmeda de tubos

Foto#19 Celda húmeda de tupos vista superior

Foto#20 Otra Celda Húmeda

Foto#21 Celda Seca de Tubos

Foto#22 Celda de Espiral

Foto#23 Armando Celda de Espiral

Foto#24 Celda de Espiral Inversa

Foto#25 Celda de Rondanas Húmeda

Foto#26 Celda de Rondanas Seca

Foto#27 Otra Celda de Rondanas Seca

Foto#28 Trazo en pantógrafo

Foto#29 Corte en pantógrafo

Foto#30 Neopreno por rollo

Foto#31 Manguera de neopreno

Foto#32 Materiales del Arrestallamas

Foto#33 Terminales eléctricas instaladas

Foto#34 Celda y soplete

Foto#35 Base de celda

Foto#36 Diferentes boquillas

1. Problema de la Investigación

1.1 Planteamiento del Problema

Las Celdas de hidrogeno son dispositivos que transforman el agua a partir de energía eléctrica separándola en sus componentes Oxigeno e Hidrogeno a partir de la electrolisis (reacción química y eléctrica). Uno de los usos que se le puede dar a este dispositivo es; el quemar el gas que se produce por medio de una boquilla de cobre para soldar, provocando una flama que es capaz de alcanzar altas temperaturas para su función como soplete de soldadura y corte de láminas delgadas.

Actualmente existen diversas compañías que ya lo fabrican, pero aquí en México no, pero su uso hoy en día es casi nulo en los comercios y talleres que trabajan con sopletes, soldadoras y cortadoras, casi nadie las conoce, pues son de innovación, tampoco saben de los beneficios que tiene como el ser amigable con el medio ambiente, ahorro, seguridad, modularidad y costo.

2. Justificación

Se aproxima el fin de la era del petróleo, el hidrogeno es el futuro, lo dicen los analistas de tendencias, los fabricantes de automóviles y los políticos de todo el mundo el Hidrogeno es el combustible más limpio que existe, estas actitudes tremendamente eficaces y revolucionarias. Y no solo en sentido técnico, transformara las relaciones sociales a lo largo y ancho del planeta.

Quien controla la energía controlada civilizadamente y la distribución de los bienes, los pueblos menos poderosos son justamente los que no tienen potencia eléctrica. El hombre ha estado cambiando de fuente de energía desde los tiempos de las cavernas comenzó quemando madera y de ahí pasamos a quemar carbón, luego pasamos a quemar petróleo y ahora estamos comenzando a quemar gas natural, cada uno de esos pasos a significado menos carbón y más hidrogeno de manera que de continuar con la tendencia se podría decir que la conclusión lógica para la humanidad es nada de carbón solo hidrogeno, cuando hablamos de gas natural, tenemos una parte de carbono por cuatro de hidrogeno de manera que estamos más cerca de la meta, el siguiente paso es nada de carbono eso es lo que hemos estado haciendo a lo largo de la historia de la humanidad. Tan solo existe un problema, no hay yacimientos de hidrógeno, se encuentra en la madera, el carbón, el petróleo y el

gas, pero sobre todo en el agua, la manera más limpia de extraer el hidrogeno es directamente del agua hay agua de sobra se puede emplear el agua de mar.

Pero ¿cómo se extrae el hidrogeno?, si se aplica una corriente eléctrica al agua, esta se separa en oxigeno e hidrogeno, el hidrogeno es un gas y los gases pueden almacenarse, también es posible invertir el proceso mezclando oxigeno e hidrogeno en lo que se conoce como una pila de combustible, se obtiene agua y electricidad de nuevo, parece extremadamente sencillo y una manera limpia de obtener hidrogeno, pero para poder extraer el hidrogeno se sigue necesitando electricidad.

Obtener hidrogeno directamente de la luz del sol, una fuente limpia que genera un combustible limpio y las fuentes limpias y sostenibles parecen abundantes, sin embargo, la energía obtenida mediante fuentes sostenibles resulta difícil de almacenar esa es la gran ventaja del hidrogeno puede almacenarse.

En el pasado hemos utilizado gas natural, carbon y energia nuclear para generar electricidad, hemos usado gas natural y en algunos casos el petroleo para calefaccion de nuestros hogares y para los coches hemos utilizado el petroleo exclusivamente, con la economia del hidrogeno puedes utilizar este elemento para todas esas aplicaciones, al igual que puedes emplear electricidad para obtener hidrogeno de manera que las energias estan unidas el cual es un sistema energetico integrado el que depende de una unica fuente y es el combustible de la libertad.

Energia poder para la gente que funcionara, las energias solar y eolica son fuentes sostenibles y disponibles en todo el mundo, los paises del tercer mundo estan situados en las zonas mas soleadas del planeta, el sol podria usarse para generar la energia necesaria para obtener hidrogeno. Estos paises dejarian de ser dependientes del petroleo, Pekin podria hablar de ello durante horas , el hidrogeno podria liberar al tercer mundo de su posición de dependencia para siempre.

Hoy en día todo es movido por la energía (carbón, “oro negro” el petróleo, el gas natural y el uranio) que han sido indispensables para la humanidad pero estos son limitados y pueden agotarse, debido al alto costo de la gasolina y a su declive de existencia se han propuesto muchos tipos de energías el biodiesel, celdas solares, bio-digestor entre otras. Pero uno de mayor importancia es el hidrogeno el cual brinda mayores expectativas al futuro, economía, poder, seguridad, sustentabilidad, ecológico y muy abundante.

El calentamiento global es un tema demasiado alarmante pues nos afecta a todos con el aumento de temperatura, en los niveles del mar y el decremento de los árticos muchos investigadores afirman por medio de estadísticas que hemos afectado

nuestro ecosistema estos últimos años desde la era industrial a la fecha, eliminando especies por completo, y a otras, poniéndolas en un gran riesgo de extinción.

El calor se genera mayormente por las emisiones del CO2 debido a las emisiones del transporte y el uso del gas en el los hogares e industrias (boiler, parrilla, hornos y calderas).

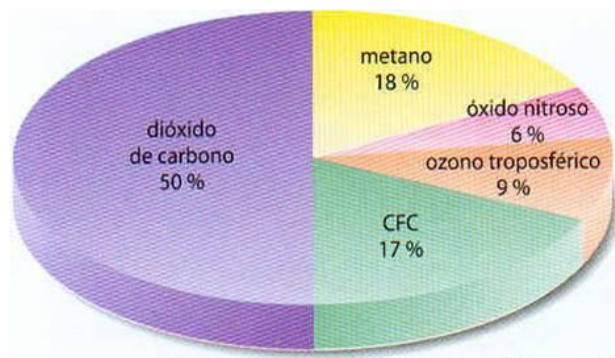


Gráfico #1 Gases de Efecto invernadero

La siguiente grafica nos explica el área dada en millones de kilómetros de superficie de hielo que se forma y se deshace cada año, la línea sinodal marca la amplitud de área máxima y mínima.

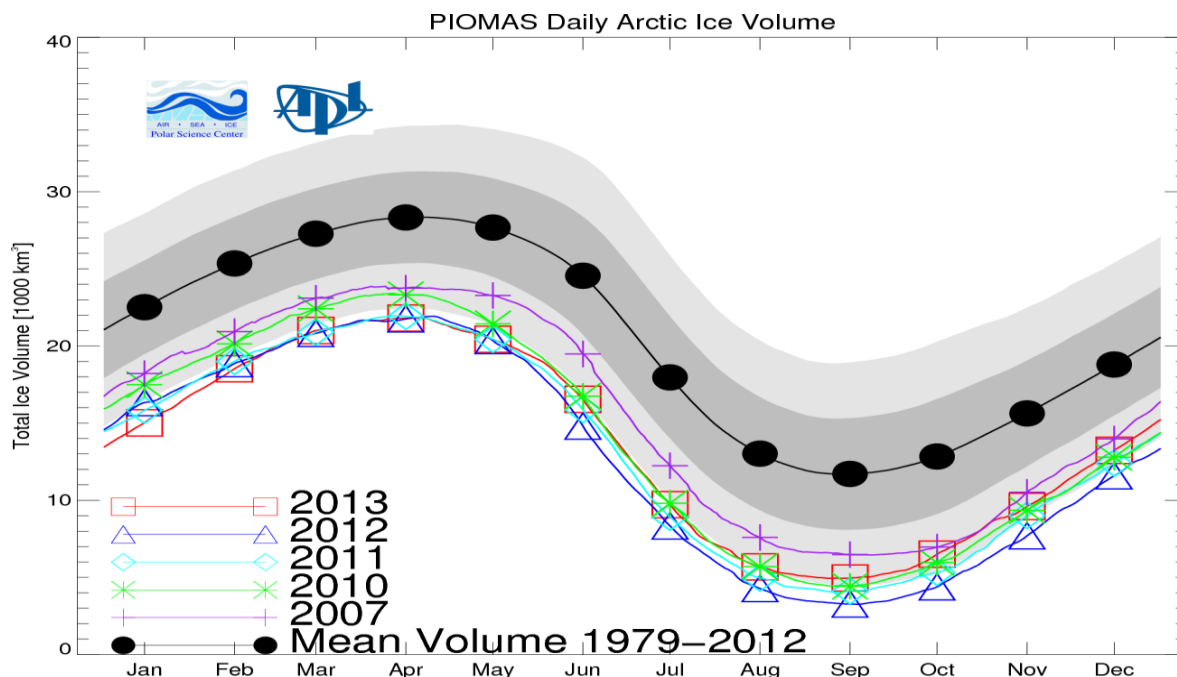


Gráfico #2 Volumen del hielo del Antártico

Pero no solo afecta a las especies terrestres, el océano (el agua) también absorbe el CO2 llenándose de acidificación que es perjudicial para los corales, caracoles y seres

que necesitan un nivel de pH para la formación de su esqueleto así que también muchas especies dejan de existir en el océano.

El gas Hidrogeno a comparación de otros comburentes no produce contaminación ni consume recursos naturales. El hidrógeno se toma del agua y luego se oxida y se devuelve al agua. No hay productos secundarios ni tóxicos de ningún tipo que puedan producirse en este proceso.

En la siguiente grafica se presentan los 5 rubros de combustibles que controlan el mundo de la energía, empezando por el aun rey: el petróleo seguido del gas natural, el carbón y casi a la par la energía nuclear y la energía renovable dentro de la renovable se encuentra el hidrogeno es la más ocupada por las características que ofrece.

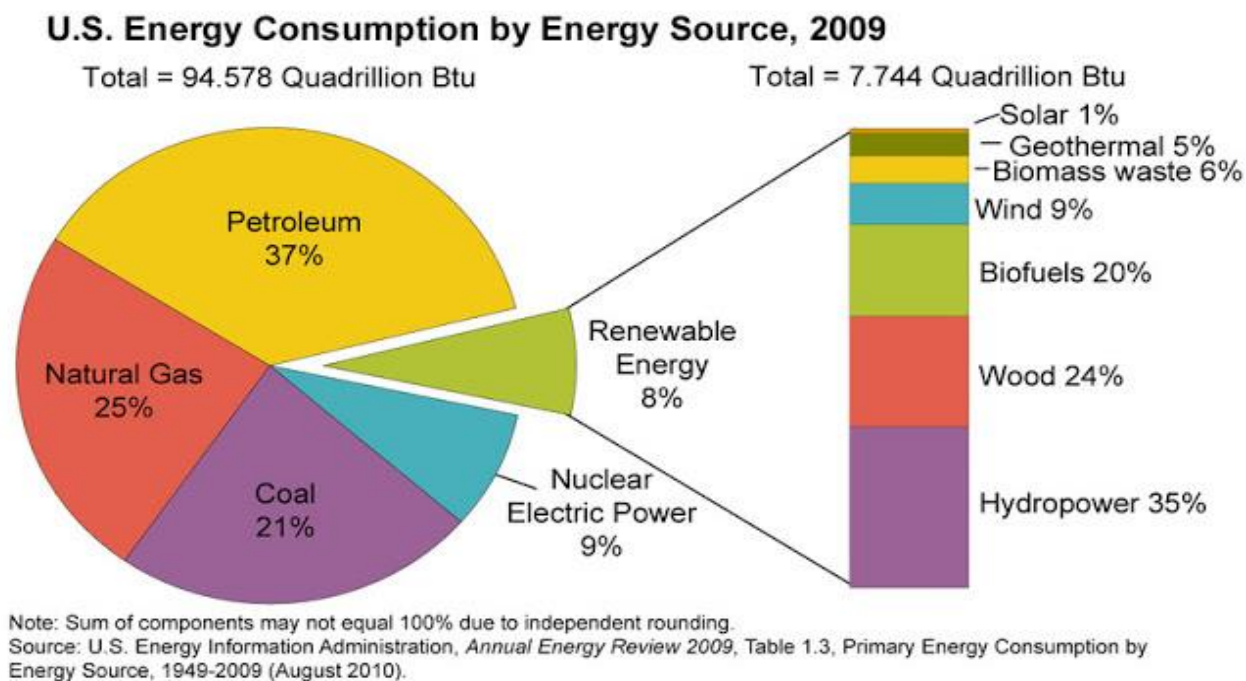


Grafico #3 Fuentes de Energía

Webgrafía de problemática y justificación

Alarcón, Á. A. (25 de abril de 2013). *El Origen del Problema Energético*. Obtenido de <http://ciencialultima.blogspot.mx/2013/04/el-origen-del-problema-energetico.html>

Hidrogeno - el combustible del futuro. (s.f.). Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=61euNQMIxN0>

Silva, L. G. (s.f.). *El hidrógeno, energético del futuro*. Obtenido de <http://www.comoves.unam.mx/numeros/articulo/93/el-hidrogeno-energetico-del-futuro>

TEORIA DE LOS GASES INVERNADERO. (11 de octubre de 2009). Obtenido de <http://fotosintesiscalentamientoglobal.wordpress.com/2009/10/11/teoria-de-los-gases-invernadero/>

Transnacionales, I. d. (4 de abril de 2008). Obtenido de <http://calentamientoglobalclima.org>

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Realizar el armado de una celda de hidrogeno la cual alimentara a una boquilla de soplete para soldar múltiples metales, cortar lamina delgada, pulir acrílico, uso para joyería, soldar tubería de cobre, entre otras muchas más...

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar pruebas con diferentes tipos de boquilla
- Analizar la presión (bar) resultante
- Probar con diferentes disoluciones (amperajes y fuentes)
- Describir el proceso de la electrolisis para un mejor análisis
- Desarrollar en CATIA la proyección en 3D de la celda
- Hacer pruebas de amperaje con placas neutras
- Analizar diferentes materiales

4. Preguntas de investigación

- ¿Es redituable una Celda de Hidrogeno?
- ¿Cuánto consume (KW)?
- ¿Existen riesgos de usar una flama más potente?
- ¿Cuántos bares son recomendables para el uso de la celda?
- ¿Tiene algún riesgo?
- ¿Qué medidas de seguridad habrá que tomar?
- ¿De qué forma podemos incrementar la producción de gas hidroxí?

5. Marco de Referencia

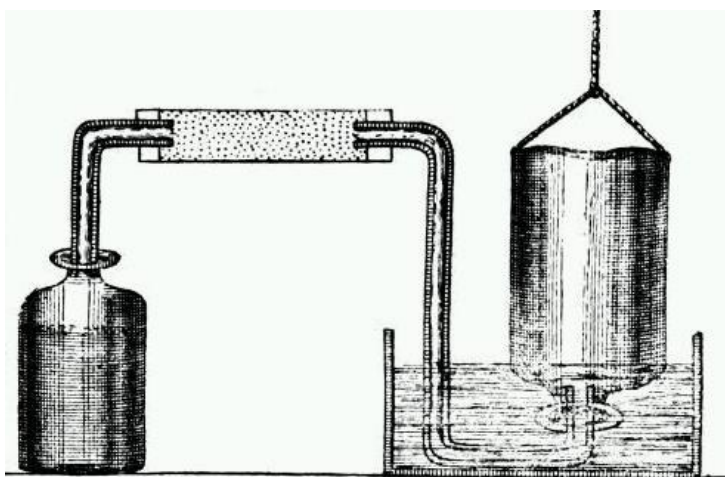
5.1 Marco Conceptual

5.1.1 El Hidrogeno

5.1.1.1 El Hidrogeno y su Historia

Su etimología del hidrógeno proviene del latín Hydrogenium Hydro que se traduce como agua y Genium interpretado como generador. Fue descrito por primera vez por Theophrastus Phillipus Aureolus Bombastus von Hohenheim mejor conocido como Paracelso quien fue astrónomo y médico, lo admirable también es que no seguía las teorías escolásticas que fue lo que le hizo ser tan pragmático como lo esta tesis Paracelso fue de nacionalidad Suiza y sus hallazgos fueron a mediados del siglo XVI su aportación fue el hidrogeno diatómico gas que era inflamable conseguido atreves de la reacción de ácidos con un PH muy bajo y metales, sabía que este era un nuevo compuesto pero no estaba consciente.

Pero fue hasta el siglo XIX el físico y químico Henry Cavendish también de nacionalidad del Reino Unido. Quien descubrió el elemento Hidrogeno y la composición del agua, en su época se llegó a decir que él fue el más rico de todos los sabios, y muy posiblemente, el más sabio de todos los ricos aunque fue una persona retraída misántropo y solitaria y el dinero q tuvo no cambio mucho su estilo de vida. Este era su invento el cual generaba el hidrogeno.



Dibujo #1 Invento de Henry Cavendish

En 1766, Henry Cavendish fue el primero en reconocer el hidrógeno gaseoso como una sustancia discreta (que puede ser desasociada o separada), identificando el gas producido en la reacción metal – ácido como “aire inflamable” y descubriendo que la combustión del gas generaba agua. Cavendish tropezó con el hidrógeno cuando experimentaba con ácidos y mercurio. Aunque él creía erróneamente que el hidrógeno era un componente liberado por el mercurio y no por el ácido, el mercurio era un material mágico para esa época pues era un metal líquido el cual llamaba la atención de todos los alquimistas. Cavendish fue capaz de describir con precisión varias propiedades fundamentales del hidrógeno.

Dos siglos más tarde Robert Boyle nacido en Reino Unido lo redescubre haciéndolo con limadura de hierro y ácidos, pero tampoco era consciente del gas hidrógeno.

En 1783, Antoine Lavoisier dio al elemento el nombre de hidrógeno cuando comprobó (junto a Laplace) el descubrimiento de Cavendish de que la combustión del gas generaba agua de ahí la etimología.

5.1.1.2 Hidrógeno en el universo y de forma singular

Está definido que es el más abundante de los elementos de la tabla periódica se calcula que el universo es un 75% hidrógeno, es el elemento de abundancia de las estrellas el más reactivo nuclearmente en la fusión de ellas. En el universo se halla de forma atómica de forma distinta que hayamos en la tierra en estado de plasma conocido como H^+ , en el sol se haya de forma de plasma pero puede existir con su electrón de forma singular, entonces tenemos a una cantidad infinita de átomos chocando, moviéndose, rozando y reaccionando a ello se debe la tremenda emisividad que genera el sol y demás estrellas.

5.1.1.3 Hidrógeno en la tierra

En la capa terrestre llamada magnetosfera es donde encontramos una buena concentración de hidrógeno pero no en su forma singular sino en pareja llamado hidrógeno diatómico H_2 , este estado produce fenómenos como la aurora boreal que como se sabe en la tierra en el polo norte existe un magnetismo al cual apuntan las brújulas es por eso que se genera dicho fenómeno.

Solo se encuentran en las capas, pues aunque pueda generarse en la tierra al ser 14 veces más ligero que el oxígeno escapa y se disipa con gran facilidad a la superficie de las capas terrestres, se calcula que se encuentra en la tierra a una parte por millón de partículas. En la tierra es el 15° elemento más abundante.

5.1.1.4 El hidrogeno de forma diatómica

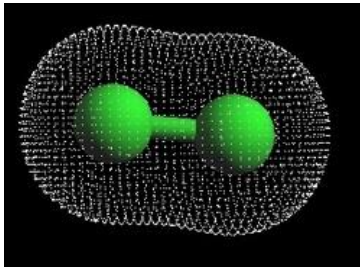


Imagen 3D #1 Molécula Diatómica

En la tierra se produce hidrogeno cuando se generan los hidrocarburos (fermentación, descomposición, flatulencias, algas, bacterias y pantanos) suele ir muy de la mano con el tema del metano también conocido como biogás donde la producción de este es en su mayoría el producto final hecho por distintos procesos para su generación (nopal, excremento, reacciones, etc.), pero solo se generan pequeñas proporciones de otros gases como hidrógeno, nitrógeno y sulfuro de hidrógeno no alcanzan ni un 5% todas estos gases juntos.

CARACTERISTICAS	CH ₄	CO ₂	H ₂ -H ₂ S	OTROS	BIOGAS 60/40
Proporciones % Volumen	55-70	27-44	1	3	100
Valor Calórico MJ/m ³	35,8	-	10,8	22	21,5
Valor Calórico kCal/m ³	8600	-	2581	5258	5140
Ignición % en aire	5-15	-	-	-	6-12
Temp. ignición en °C	650-750	-	-	-	650-750
Presión crítica en Mpa	4,7	7,5	1,2	8,9	7,5-8,9
g/l	0,7	1,9	0,08	-	1,2
Densidad relativa	0,55	2,5	0,07	1,2	0,83
Inflamabilidad Vol. en % aire	5-15	-	-	-	6-12

Tabla #1 Comparación de gases

5.1.1.5 El Hidrogeno como elemento

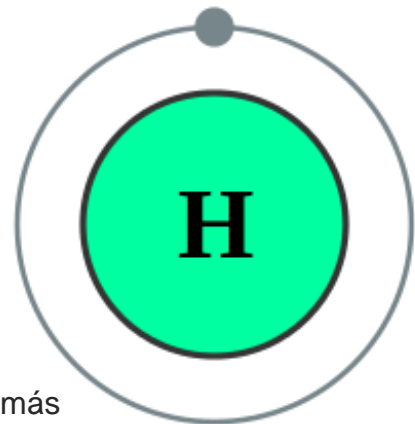
1	1,00797
-	1
-252,7	H
-259,2	
0,071	
	1s ¹
Hidrógeno	

Dibujo #2
Elemento
Hidrogeno

Es el primer elemento en la tabla periódica y también el más liviano se representa con el símbolo H y su masa atómica es de 1.00797 por lo general en nuestro ambiente se presenta en par, llamado hidrogeno diatómico H₂.

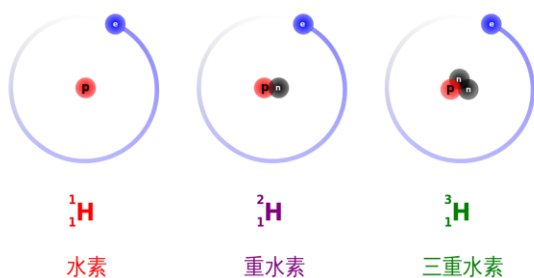
Este elemento es muy diferente a todos los demás tiene características muy propias y solo tiene un electrón en su capa de valencia, por ello se le determina en la familia 1^a.

El hidrogeno es el único elemento al cual en sus diferentes compuestos tiene nombre único, tenemos al protio, deuterio y al tritio que son naturales, pero los dos últimos su abundancia solamente es mucho menor a 0.5%.



Dibujo #3
Molécula
Hidrogeno

El protio sin en cambio tiene una abundancia de más del 99,98%, está formado por un protón y ningún neutrón, en compuestos iónicos cuando su carga es positiva (catión) es llamado Hidron, y cuando es negativo (anión) puede tener uno o 2 electrones y su nombre es hidruro H^- . También el tritio y el deuterio pueden tener 2 electrones.



Dibujo #4 Los 3 Hidrógenos

Estos elementos en su mayoría son los que determinan una solución acida o básica.

Todo esto es basado en la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry)

5.1.1.6 El hidrogeno en sus primeros usos



Foto#1 Zeppelin

Al descubrirse el hidrogeno diatómico (H_2) se analiza que es mucho mas ligero que el aire y se inventan los dirigibles en 1783, pero más tarde debido a un cambio en su estructura tomaron el nombre de zeppelin los cuales se mantuvieron sin incidentes, hasta el vuelo sobre Nueva Jersey el 6 de mayo de 1937 el cual se debió por una carga electroestática que hizo detonarlo.

5.1.1.7 Propiedades del Hidrogeno

El Hidrógeno es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es combustible y altamente inflamable. No es tóxico, pero, puede producir asfixia por desplazamiento del aire.

El Hidrógeno es un gas fuertemente reductor y debe evitarse su contacto con materias oxidantes.

Su expansión a temperatura ambiente produce el calentamiento del gas, al contrario que en los demás gases.

Su llama es de color azul muy pálido y prácticamente invisible.

Las principales fuentes de obtención industrial son:

- * Electrólisis
- * Reformado de Hidrocarburos

Propiedades físicas	
Estado ordinario	Gas
Densidad	0,0899 kg/m ³
Punto de fusión	14,025 K (-259 °C)
Punto de ebullición	20,268 K (-253 °C)
Punto de inflamabilidad	255 K (-18 °C)
Entalpía de vaporización	0,8985 kJ/mol
Entalpía de fusión	0,1190 kJ/mol
Presión de vapor	209 Pa a 23 K
Punto crítico	23,97 K (-249 °C)
	1,293·10 ⁶ Pa
Volumen molar	22,42×10 ⁻³ m ³ /mol
Varios	
Estructura cristalina	Hexagonal
N° CAS	1333-74-0
N° EINECS	215-605-7
Calor específico	1,4304·10 ⁴ J/(K·kg)
R. Inflamabilidad en O ₂ :	4,0-94,0%
R. Inflamabilidad en aire :	4,0-74,5%
Temperatura crítica :	-239,86 °C
Presión crítica :	13,1 bar
Conductividad eléctrica	- S/m
Conductividad térmica	0,1815 W/(K·m)
Autoignición en aire :	571,2 °C
Velocidad del sonido	1270 m/s a 293,15 K(20 °C)
Valores en el SI y en condiciones estándar	
(25 °C y 1 atm), salvo que se indique lo contrario.	

Tabla#2 Propiedades de hidrogeno

Webgrafía del Hidrogeno

Bageneta, S. (Agosto de 2011). *Energía limpia, renovable y cooperativa*. Obtenido de <http://www.diariomardeajo.com.ar/nota.php?id=2228>

Industrial, E. E. (8 de junio de 2011). *Hidrogeno y pilas de combustible*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=1dDrAh7wGNk>

Wikipedia. (19 de diciembre de 2015). *Polo Norte magnético*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Polo_Norte_magn%C3%A9tico

Wikipedia. (24 de febrero de 2016). *Henry Cavendish*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Henry_Cavendish

Wikipedia. (2016 de Marzo de 2016). *Hidrógeno*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Hidr%C3%B3geno>

Wikipedia. (20 de Enero de 2016). *Magnetósfera de la Tierra*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Magnet%C3%B3sfera_de_la_Tierra

Wikipedia. (2 de marzo de 2016). *Paracelso*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Paracelso>

5.1.2 El Oxígeno

5.1.2.1 El Oxígeno y su Historia

Carl Wilhelm Scheele es el nombre del descubridor del oxígeno quien nació en Pomerania, Alemania, se le conoce por los trabajos que realizó en el área Farmacéutica pero principalmente al descubrimiento del Oxígeno por medio de la oxidación del mercurio y a ello debe su etimología, la palabra oxígeno proviene del latín oxys y genos, que se traduce como ácido y producción respectivamente esto ocurrió por el año de 1733. Aunque se cree que hubo plagio y otro se le adelantó con la publicación.

5.1.2.2 Propiedades del Oxígeno

El Oxígeno es un gas comburente, incoloro, inodoro, insípido y oxidante

Propiedades físicas	
Estado ordinario	Gas (paramagnético)
Densidad	1,429 kg/m ³
Punto de fusión	50,35 K (-223 °C)
Punto de ebullición	90,18 K (-183 °C)
Entalpía de vaporización	6,8061 kJ/mol
Entalpía de fusión	0,4384 kJ/mol
Volumen molar	17,36×10 ⁻³ m ³ /mol
Varios	
Estructura cristalina	cúbica
N° CAS	7782-44-7
N° EINECS	231-956-9
Calor específico	920 J/(K·kg)
Conductividad térmica	0,026 74 W/(K·m)
Velocidad del sonido	317,5 m/s a 293,15 K(20 °C)
Valores en el SI y en condiciones estándar (25 °C y 1 atm), salvo que se indique lo contrario.	

Tabla #3 Propiedades del Oxígeno

5.1.2.3 Historia del oxígeno

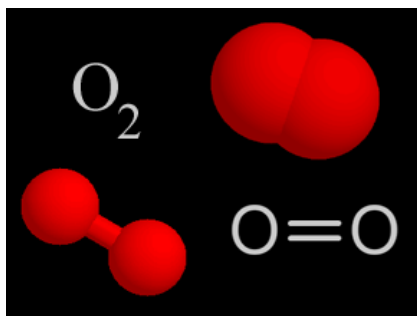


Imagen 3D #2 Molécula Diatómica de Oxígeno

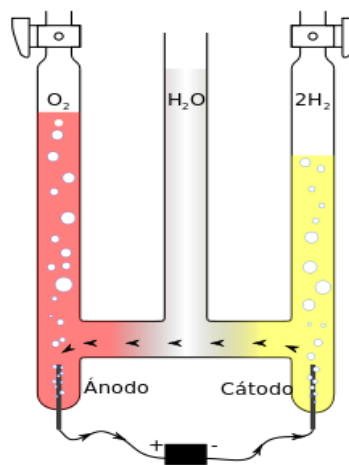
El oxígeno se denomina con la letra O y es el número 8 de la tabla periódica, se le nombro así por equivocación pues creían que los ácidos necesitaban oxígeno para su funcionamiento, en el ambiente que conocemos el oxígeno se agrupa en pares para formar el dióxígeno, un gas diatómico (O_2) pero es totalmente imprescindible para la vida terrestre.

Él es un elemento altamente reactivo es el segundo más electronegativo solo después del fluor, se combina con la mayoría de elementos principalmente como oxidante, En el universo es el tercero más abundante seguido por el helio y el hidrogeno mencionado anteriormente.

Tiene que ver con muchísimos ciclos y es principal organismo de bastantes compuestos y procesos como: el ozono, la radiación, carbohidratos, combustión, ácidos nucleicos, algas, etc.

5.1.2.4 La producción del Oxígeno en forma Industrial

Una vez más se hace útil y necesaria la electrolisis este sistema funciona de la misma manera que esta celda de gas hidrogeno, solo que para esta disposición se quiere el oxígeno puro para ello se recurre al voltámetro de Hofmann el cual puede hacer la separación del oxígeno y del hidrogeno, esta funciona por medio de dos tubos que deberán estar llenos de agua, tendrán que estar en posición vertical o llamadas columnas de vidrio, para que el gas al ascender pueda quedar retenido en ellos. Aquí se observa que el gas hidrogeno ocupa el doble de volumen que el oxígeno, pues por cada molécula de agua desasociada, obtenemos una de oxígeno y dos de hidrogeno, aunque estas al final terminen en par como moléculas diatómicas vea Dibujo#5.



Dibujo#5 El Voltámetro de Hofmann

Bibliografía

LENNTECH. (s.f.). *Lenntech BV*. Obtenido de <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/o.htm>

Quimica II. (s.f.). Obtenido de Moléculas Diatómicas: <https://sites.google.com/site/portafoliodeevidenciaslee/moléculas-diatómicas>

Wikipedia. (27 de marzo de 2016). *Oxígeno*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Ox%C3%ADgeno>

5.1.3 La Molécula del Agua

5.1.3.1 *El agua y el universo*

Hoy en día, y ya desde hace unas décadas gracias a tanta tecnología se ha podido descubrir agua por todas partes en planetas como en Marte, en estrellas, flotando en el espacio interestelar, etc.

Hay estrellas que son capaces de regar el universo con caudales asombrosos se compara como unos 100 millones el caudal del Amazonas por segundo esta fue recién descubierta en la constelación de Perseo.

Existen incluso planetas cubiertos de agua en su totalidad tal como sucede con *TW Hydra*, donde encontramos tanta agua que es miles de veces mayor el volumen al agua en la tierra.

Se creía equivocadamente que en nuestro sistema solar éramos los únicos en tener esta preciada molécula, pero bastantes hallazgos han demostrado que en el ardiente Plutón hay agua en sus profundidades y en Saturno, una de sus lunas está inmersa de agua y Marte que hasta llegan a pensar que algún día muy probablemente fue un planeta muy parecido al nuestro tuvo mares y lagos.



Imagen 3D #3 El agua y el mundo

5.1.3.2 *El agua y el mundo*

Esta es la más abundante de las moléculas que conforman los seres vivos, está en un porcentaje entre el 50% y el 95% del peso de cualquier ser vivo, es principal medio para el metabolismo, en ella se creó la vida.

El agua cubre tres cuartas partes de la tierra, en forma de nubes, lluvia, océanos, lagos, ríos, arroyos, glaciares, casquetes polares, etc. Por ella es que evolucionó la vida sobre la tierra gracias a su enorme ciclo que nunca para. Este ciclo es el movimiento del agua que va de la tierra al aire en tres pasos: evaporación, condensación y precipitación.

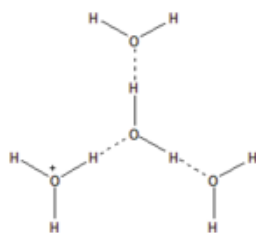
El agua también refleja los rayos solares dirigiéndolos al espacio y así reduce el efecto invernadero.

5.1.3.3 El agua H_2O

Proviene del latín aqua este término es único y propio para su referencia. El agua es una molécula compuesta por un oxígeno (O) y 2 hidrógenos (H) es un químico inorgánico, pero es necesario distinguir entre el agua pura la cual solo contiene esta molécula y el agua potable la cual esta combinada con algunas sales en solución.

5.1.3.4 El ion catión H_3O y el ion anion OH

Empezaremos hablando de él ion catión (H_3O) conocido como el ion hidronio es de polaridad positiva debido a que tiene más hidrógenos los cuales predominan en la carga eléctrica ante el oxígeno y lo convierten en un ion Catión cuando se generan muchas moléculas como esta en el agua, se convierte en una solución acida, término que se verá a detalle siguiente apartado, esta molécula es de importancia pues ordena a las otras moléculas principalmente en el punto de congelamiento, es la culpable de la formación de copos de nieve sobre ellas se construye la estructura, son el cimiento debido a su mayor polaridad y a su estructura más estable .



Dibujo#6
Enlace de
copo de nieve

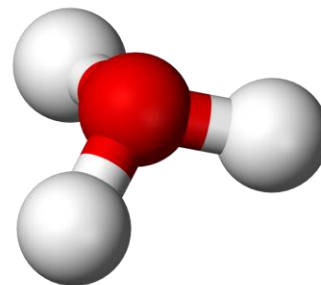


Imagen 3D #4 en el
El hidronio suma

Ahora definiremos el ion anión (OH), se componen solo de un oxígeno y un hidrogeno, esta es la molécula la cual nos brindará una solución básica y será nuestro electrolito principal (se verá con detalle su funcionamiento en el apartado siguiente de ácidos sales y bases) estas moléculas al ser negativas nos producirán una solución básica.

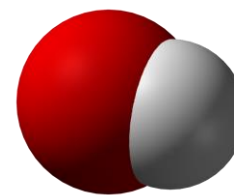
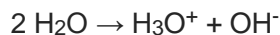


Imagen 3D #4
Ion Anión

Estas moléculas existen en cualquier agua, inclusive en el agua pura, la reacción de dos moléculas de agua simplemente los generan.



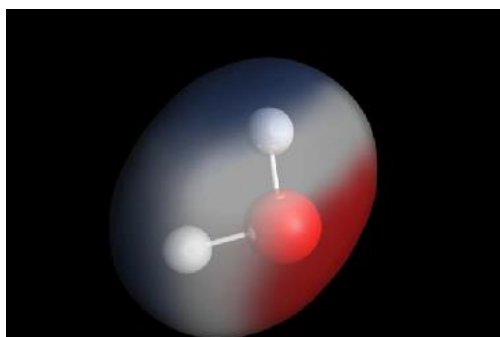
Estas concentraciones serán en conjunto 1×10^{-14} molares para ambas estructuras moleculares de la cual tendremos la mitad 1×10^{-7} de Hidronios (H), y la otra de hidroxilos (OH) resultando neutral (*entiéndase mejor con el apartado el origen del pH y su funcionamiento*).

A esta propiedad en su comportamiento se denomina como Anfóterico la cual dice que una solución puede ser acida o básica al mismo tiempo.

5.1.3.5 El agua y su historia

Una vez más aparece Henry Cavendish que en 1781 hayo que el agua era un compuesto y no un elemento como se creía en la antigüedad, pero no tenía la certeza de su composición con exactitud, pero fue más tarde cunado Antonie Laurent de Lavoisier (químico natal de Paris) continuo con el desarrollo de Cavendish, dio a conocer que el agua estaba conformada por 2 moléculas de hidrogeno y una de oxígeno.

5.1.3.6 El agua, un disolvente polar



Se hace referencia al agua en repetidas veces como disolvente universal porque es capaz de disolver muchos compuestos solidos líquidos y gaseosos, aunque tiene sus limitantes.

El agua es un disolvente polar pues tiene ambas cargas el polo negativo lo crea el oxígeno mostrado en color rojo y el polo positivo los hidrógenos mostrado en color azul.

Imagen 3D #5 La Molécula de Agua

Estas tienden a agruparse conforme a la ley de la atracción, haciendo pequeños grupos o conjuntos, pero tienden a estar en movimiento continuo agrupándose y desagrupándose a esta propiedad también se denomina cohesión.

De esta forma en las soluciones iónicas las moléculas de agua tienden a separar compuestos como es el caso de la sosa caustica o el cloruro de sodio. Las moléculas de agua se orientan al soluto quedando atrapadas o rodeadas con la polaridad opuesta de las moléculas de agua que en este caso en particular, con la molécula de sodio y los iones hidroxilo formados por la Soda Caustica que se describirá más adelante.

Las moléculas que se disuelven en agua de llaman hidrofílicas.

Pero las soluciones que carecen de regiones de polaridad como las grasas son difíciles de diluir (insolubles).

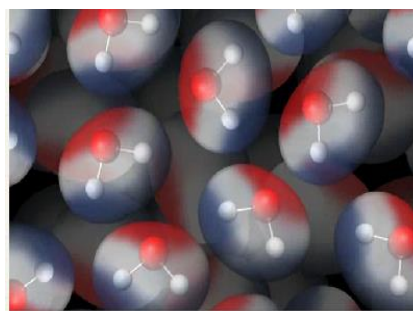


Imagen 3D #6 La distribución Molecular del agua

5.1.3.4 El agua y sus propiedades

El agua es inodora incolora e insípida es el único elemento que se encuentra en 3 estados de la materia de forma natural, líquido, sólido y gaseoso.

Por su capacidad de polaridad también tiene la capacidad de adhesión la cual puede tener cierta unión a las superficies y distintos materiales.

Propiedades físicas	
Apariencia	Incoloro
Densidad	1000 kg/m ³ ; 1 g/cm ³
Masa molar	18,01528 g/mol
Punto de fusión	0 °C (273 K)
Punto de ebullición	100 °C (373 K)
Temperatura crítica	374 °C (647 K)
Presión crítica	217.7 atm
Presión de vapor	1 atm (100 °C) 0,0231 atm (20 °C) 0,00603 atm (0 °C)
Estructura cristalina	Hexagonal (véase hielo)
Viscosidad	1 cP (20 °C)
Índice de refracción (nD)	1,333
Constante dieléctrica	78,5
Propiedades químicas	
Acidez	15,74 pK _a
Solubilidad en agua	100 %
Momento dipolar	1,85 D
Termoquímica	
ΔfH ₀ gas	-241,83 kJ/mol
ΔfH ₀ líquido	-285,83 kJ/mol
ΔfH ₀ sólido	-291,83 kJ/mol
S ₀ gas, 1 bar	188,84 J·mol ⁻¹ ·K
Capacidad calorífica (C)	1
Valores en el SI y en condiciones estándar (25 °C y 1 atm), salvo que se indique lo contrario.	

Tabla #4 Propiedades del agua

Webgrafía del Agua

Diaz, P. (s.f.). *Propiedades del Agua*. Obtenido de Slide Share:
<http://slideplayer.es/slide/3610524/>

NIEVES, J. M. (14 de marzo de 2015). *Y de repente, agua por todas partes en el Universo*. Obtenido de <http://www.abc.es/ciencia/20150314/abci-repente-agua-todas-partes-201503131835.html>

Society, A. C. (2016). *El agua es una molécula polar*. Obtenido de <http://www.middleschoolchemistry.com/espanol/capitulo5/leccion1/>

Wikipedia. (8 de septiembre de 2015). *Molécula del Agua*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Ion_hidronio

Wikipedia. (10 de marzo de 2016). *Molécula de agua*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Mol%C3%A9cula_de_agua

5.1.4 Fundamentos del Electrolito

5.1.4.1 Ácidos bases y Sales

Los ácidos bases y sales tienen una importancia altísima en la industria, se emplean para pinturas, detergentes, ropa, papel, metales, etc.

Los ácidos bases y sales generan iones en una solución para la constitución de una corriente eléctrica, estos son llamados electrolitos como es el caso de las baterías de coches o la transmisión de señales de las células nerviosas.

A temperatura ambiente las sales son cristalinas usualmente mientras que los ácidos y bases son gases pero para su manejo son diluidas en agua pura, estos pueden parecerse mucho pero pueden identificarse mediante su efecto sobre los indicadores ácido-base, uno de los más utilizados es el tornasol precedente de los líquenes, la tintura tornasol se arroja sobre la solución ácida o básica y el color indicará cuál es: en la básica la tintura se transforma de color azul y el ácido se vuelve en rojo, las tonalidades pueden variar dependiendo de qué tipo de fuerza que contengan los ácidos o bases.

La mayor parte de los ácidos contienen hidrogeno disueltos en agua cada molécula acida cede un hidronio convirtiendo la molécula del agua en carga positiva (ion hidronio), generalmente las moléculas que contienen un hidroxilo o también llamado radical oxidrilo son básicas, pero no siempre es así también los óxidos pueden actuar como bases, pero hay excepciones como lo es el ácido sulfúrico quien tiene un par de hidroxilos pero se comporta de forma distinta o el amoniaco, son casos especiales.

La mayoría de las reacciones son por culpa del hidrogeno, es la clave, una base es un aceptor de protones (es decir, quita un hidrogeno al agua). Y un ácido es un donante de protones mejor descrito en la teoría de Bronsted-Lowry

Toda definición también es relativa ahora esta tabla comparativa según este par de Químicos

<i>Definición según Arrhenius</i>		<i>Definición según Bronsted y Lowry</i>	
Ácidos	Bases	Ácidos	Bases
Electrolito que generan iones H^+ . $HCl \rightarrow H^+ + Cl^-$	Electrolitos que generan iones OH^- . $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$	Especie que dona protones H^+ . $HNO_2 + H_2O \rightleftharpoons NO_2^- + H_3O^+$	Especie que acepta protones H^+ . $NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^-$

Tabla #5 Comparación de definiciones

5.1.4.2 El origen del pH y su funcionamiento

El pH es una escala en la cual se mide la acidez o alcalinidad (también conocida como basicidad), la sigla pH hace referencia a “potencial hidrogeno” que simboliza la potencia de hidronios que tienen se le debe el nombre al bioquímico Danes Sorensen y se basó en la base del logaritmo quien solo lo hizo practico para evitar toda la cifra q refieren al aproximado de muchísimos hidrógenos en una solución, Sorensen entonces propuso: se enumeraran del 0 al 14 donde del 0 al 6 son ácidos el 7 neutro y del 8 al 14 serán las bases, se puede medir con la tintura tornasol, anteriormente mencionada, con papeles remojados en esta tintura que es la más común, naranja de metilo o aparatos eléctricos llamado pH-metro. Algunos ejemplos en la tabla.

pH de algunas sustancias	
Sustancia	pH aproximado
Zumo de limón	2.4
Piel Humana	5.5
Leche	6.5
Sangre	7.35-7.45
Detergente	10.5

Tabla #6 Ejemplos de pH

Cuando la temperatura varia el pH también lo hace, en el cuerpo humano existen estructuras moleculares las cuales mantienen balanceado el pH se les llama búfer o también hay soluciones las cuales pueden hacer ambas funciones de absorber o donar hidrógenos (principio mencionado anteriormente en la teoría de Bronsted Lowry)

Existe también la escala pOH que a diferencia de la del pH que hace referencia a los Hidronios contenidos en la disolución, esta hará referencia a los Hidroxilos (OH) que contengan dicha solución. La cual es la misma pero a la inversa empieza por las bases más fuertes, las débiles, el neutro, los ácidos débiles y al final los fuertes igual es en escala de 0 a 14 es idéntica inversamente.

*** La Webgrafía se haya al final del apartado 5.1.10 debido a su asociación simbiótica con base a la química en general.**

5.1.5 La soda Caustica (NaOH)

5.1.5.1 Origen de la soda Caustica (NaOH)



Foto#2 Láminas de Sosa Caustica

La sal que nos importa en este proyecto recibe el nombre de Soda caustica, Sosa caustica o Hidróxido de Sodio. Esta es o será nuestro electrolito que usaremos para ionizar nuestra agua, la cual se produce por medio de electrolisis (reacción electroquímica), aunque en este proceso intervienen otros elementos que reaccionan y producen los siguientes elementos:

- A partir de: – Solución saturada de cloruro de sodio (NaCl) o cloruro de potasio (KCl)

- Produce: – Cloro gaseoso $Cl_2(g)$ – Soda cáustica NaOH o potasa (KOH) – Hidrógeno $H_2(g)$

Los gases son liberados de igual forma que en nuestra celda, salen a la superficie mientras la sal (sosa caustica) se sedimenta en el fondo.

5.1.5.2 La sosa Caustica y la industria

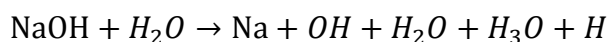


Foto#3 Sosa caustica acuosa

Esta sal es utilizada a menudo para el blanqueamiento de ropa, la industria farmacéutica, como componente indispensable para los jabones y detergentes, en la industria alimenticia, en la petroquímica, en la galvanoplastia, en pinturas, en el proceso de elaboración del papel, en polímeros y de forma muy habitual en las casas para destapar caños, esta se disuelve en agua y desase todo lo orgánico dejando los tubos de metal o polímero libres de cualquier escoria en concentraciones levemente fuertes mata todos los insectos y en mayor volumen si hay ratas en la tubería las quema vivas. Es muy requerida y multifacética.

5.1.5.3 Solvatación del Sodio en el Agua

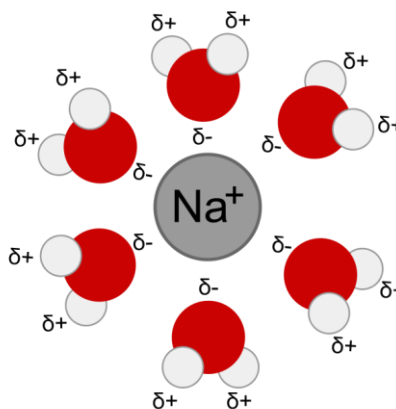
Cuando disolvemos la sosa caustica en el agua se produce la reacción:



Principalmente el ion Hidroxilo (OH), el agua (H_2O) y la molécula de sodio (Na) son los compuestos y las moléculas que predominan en nuestra disolución, pero solo un porcentaje muy pequeño, menor al 1% pasa a ser la formación de los iones hidronios (H) y el ion hidronio (H_3O) los cuales son positivos y esto ocurre en el caso del ion hidronio pues al ser un solo hidrogeno, su núcleo determina la carga positiva o en el caso del ion hidronio que en su mayoría es hidrogeno y contrarrestan la electronegatividad del oxígeno.

A diferencia del ion Hidroxilo (OH) donde el oxígeno determina la carga negativa debido a su mayor carga electronegativa, no puede ser contrarrestada o igualada con la pequeña carga de su solo hidrogeno que le acompaña.

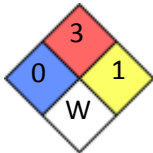
Entonces para definir la solvatación como se muestra en el dibujo #7 el sodio (Na) queda flotando y debido a su carga que tiene es rodeado por las moléculas de agua (las cuales son polares como ya se ha descrito anteriormente) entonces son atraídas del lado del oxígeno y así rodean a la molécula de sodio, aunque su enlace es muy débil, dependiendo del tamaño de la molécula, si es más grande, tendrá más fuerza electroestática para atraer a más moléculas. Aunque también puede pasar que antes de ser rodeado y neutralizado choque con un ion



Dibujo#7 Solvatación

Hidroxilo (OH) y se vuelve a combinar nuevamente, y se transforme en hidróxido de Sodio ($NaOH$), se sedimenta y por su densidad valla al fondo, como se logra percibir en la celda.

5.1.5.4 La sosa Caustica propiedades y riesgos

Propiedades físicas	
Apariencia	Sólido. Blanco.
Densidad	2100 kg/m ³ ; 2,1 g/cm ³
Masa molar	39,99713 g/mol
Punto de fusión	591 K (318 °C)
Punto de ebullición	1663 K (1390 °C)
Propiedades químicas	
Solubilidad en agua	111 g/100 mL (20 °C) / 13.89 g/100 mL (alcohol etílico a 20 °C)
Termoquímica	
ΔfH_{0gas}	-197,76 kJ/mol
$\Delta fH_{0líquido}$	-416,88 kJ/mol
$\Delta fH_{0sólido}$	-425,93 kJ/mol
S_{0gas} , 1 bar	228.47 J·mol ⁻¹ ·K
Peligrosidad	
NFPA 704	
Riesgos	
Ingestión	Puede causar daños graves, permanentes al sistema gastrointestinal o fatales para la persona
Inhalación	Irritación con pequeñas exposiciones, puede ser dañino o mortal en altas dosis.
Piel	Peligroso. Los síntomas van desde irritaciones leves hasta úlceras graves.

Ojos

Peligroso. Puede causar quemaduras, daños a la córnea o conjuntiva.

Valores en el SI y en condiciones estándar

(25 °C y 1 atm), salvo que se indique lo contrario.

Tabla #7 Propiedades de la Sosa Cáustica

* La Webgrafía se alla al final del apartado 5.1.10 debido a su asociación simbiótica con base a la química en general

5.1.6 Razones de la Sosa Caustica como nuestro electrolito

5.1.6.1 Por qué escogemos la sosa Caustica como nuestro electrolito

Además de que la Sosa Caustica su precio es muy económica (alrededor de \$15 pesos los 250 grs), tampoco genera otros compuestos como es el caso de la sal (NaCl) que al contener cloro es liberado también como gas el cual no ayuda en nuestro proceso vital que es la combustión.

Entonces el sodio a diferencia de algunos otros compuestos él se queda flotando y cuando reacciona con hidroxilos (OH) se vuelve a convertir en sosa caustica (NaOH) el cual queda sedimentado, pero nunca saldrá como gas.

5.1.6.2 Los iones y cationes en comparación con otros

La conductividad de una solución de un electrolito no solo depende de la cantidad de iones presentes sino también de la identidad de los mismos. Vimos que la conductividad equivalente podía ser analizada como la sumatoria de las contribuciones iónicas individuales. En la siguiente tabla se reportan valores de conductividad equivalente (a dilución infinita) para distintos iones a 25°C en agua:

Ion	λ /S.eq. ⁻¹ cm ²	Ion	λ /S.eq. ⁻¹ cm ²
H ⁺	349.8	OH ⁻	198.3
Li ⁺	38.6	F ⁻	55.4
Na ⁺	50.1	Cl ⁻	76.35
K ⁺	73.5	NO ₃ ⁻	71.46
NH ₄ ⁺	73.5	SO ₄ ²⁻	80.0
Ag ⁺	61.9	CO ₃ ²⁻	69.3
Cu ²⁺	53.6	CO ₃ ^{H-}	44.5
Pb ²⁺	69.5	CH ₃ COO ⁻	40.9

(Tomada de *Electrolyte Solutions*, R.A.Robinson and R.H.Stokes, Butterworths Scientific Publications, London, 1959)

Tabla #8 Conductividad de iones

Donde la conductividad se rige sobre varias variables

- Áreas superficiales de los electrodos
- Forma de los electrodos (las que influirán en las líneas de campo)
- Las posiciones de los electrodos (distancia entre ellos)
- El tipo de especie iónica que se tenga
- Concentración
- Temperatura

Y para la tabla anterior se menciona la simbología de la conductividad:

λ = conductividad individual para el ion

S.eq = Solvente equivalente en un soluto para un litro de solución

cm²= área superficial de los electrodos

Se comprueba el ion hidroxilo (OH⁻) son varias veces más eficientes en conducir la electricidad que los demás aniones. Este compuesto esta categorizado como el más poderoso al momento de crear una solución base. Esto es importante para todos los experimentos que se realicen en soluciones acuosas y donde estos iones sufran cambios en su concentración.

*** La Webgrafía se haya al final del apartado 5.1.10 debido a su asociación simbiótica con base a la química en general.**

5.1.7 Fundamentos de la Electrolisis

5.1.7.1 Fundamentos de la Electrolisis (básica)

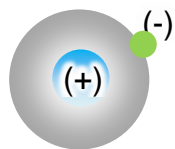
La etimología de la electrolisis proviene del griego y se compone en electro que significa electricidad y lisis, separación. La electrolisis genera una descomposición mediante una corriente eléctrica continua que se aplica a una sustancia en una disolución.

Esta sustancia es llamada electrolito, estas pueden ser ácidos, bases o sales. Pueden presentarse con diferencias fundamentales, las sales a temperatura ambiente usualmente son cristalinos mientras que los ácidos y bases son gases. En el agua

pura existen 2 electrolitos procedentes de su disociación, aunque en muy pequeñas cantidades.

El ion hidronio

1. H^+



Configuración electrónica:

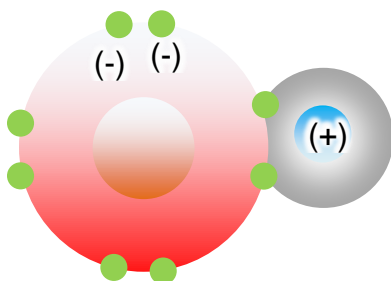
$1s^1$

Dibujo#8 El ion Hidronio

Quien al tener su núcleo positivo, usualmente pierde su electrón en las reacciones y se convierte en un protón. Aunque en ocasiones puede contener 2 electrones.

El ion hidroxilo

2. OH^-



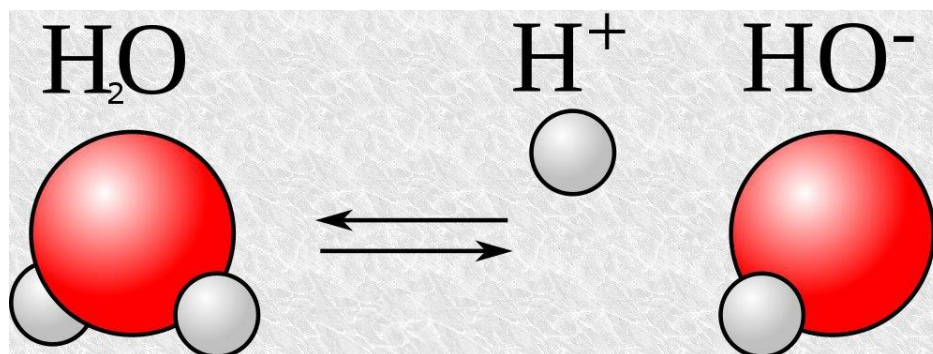
Configuración electrónica:

$1s^2, 2s^2, 2p^4$

Dibujo#8 El ion Hidroxilo

El ion Hidroxilo está compuesto por el oxígeno y un hidrogeno es el principal ionizador de nuestro compuesto, es negativo debido a el oxígeno que es más electronegativo que el hidrogeno.

Entonces la sal que agregamos Sosa Caustica (NaOH) funciona comoceptor de protones, reproduciendo mas hidroxilos (OH) aunque estos pasan a transformarse en agua o nuevamente son atraídos por el Sodio (Na) pero nuestra solución es más iónica.



Dibujo#10 Reacción de la molécula del agua

Cabe mencionar que esta explicación de electrolisis es para la reacción de las bases pues en los ácidos funciona diferente ejemplo: en lugar de que el agua pierda un Hidronio (H^+) gana uno. Pero pueden darse casos muy diferentes que no se indagaran por el enfoque del tema que se tiene.

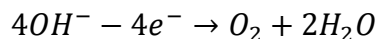
5.1.7.2 La Electrolisis y su teoría

Para la reproducción de la electrolisis el electrolito se diluye en agua (preferentemente agua destilada) el cual permite el flujo de corriente eléctrica mediante la producción de iones positivos y negativos que fluyen por medio de un campo eléctrico el cual se forma por medio de 2 procesos , uno para cada electrolito, el ánodo y el cátodo:

Anódico (+)

Es el polo positivo, por lo tanto tiene lugar a la atracción del opuesto los iones negativos (aniones) ahí se produce la oxidación generando agua nuevamente y oxígeno el cual escapa a la superficie al ser un gas.

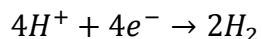
Esta es la reacción que le determina:



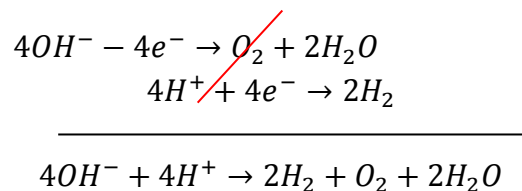
Catódico (-)

Es el polo negativo, por lo tanto tiene lugar a la atracción del opuesto los iones positivos (cationes) ahí se produce la reducción, donde tendremos el gas hidrógeno diatómico

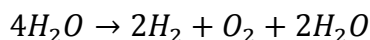
Esta es la reacción que le determina:



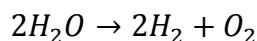
Esto es lo que pasa por instantes pues el hidroxilo OH^- y el ion hidronio H^+ solo están así de forma pasajera debido a su inestabilidad de carga, aun no se neutraliza solo hasta después de la reacción entonces de manera resumida el proceso total será la suma de ambos pues al final todo sale por un mismo conducto, aunque podría separarse para otro tipo de fines.



Sumando la parte izquierda antes de la reacción, nos da 4 moléculas de agua:



Y si simplificamos al pasar las dos moléculas de agua a la parte izquierda se restarían de las 4 que se acabaron de producir, el resultado final será:



Dos moléculas de agua nos producen 2 moléculas de hidrogeno diatómico y una de oxigeno diatómica.

Realmente en el agua se produce un verdadero caos, pero al final todo acaba ordenándose cuando la polaridad atrae los iones por los electrodos a esto se le llama orden caótico o también llamada Entropía que se describirá a continuación.

*** La Webgrafía se haya al final del apartado 5.1.10 debido a su asociación simbiótica con base a la química en general.**

5.1.8 Normalidad para NaOH en H_2O

5.1.8.1 ¿Cuántos gramos usaremos de sosa caustica para nuestra Celda de Hidrogeno?

Este análisis es una aproximación debido a que la sosa caustica (NaOH) no siempre es la misma, esta como cualquier sal debe mantenerse en un ambiente seco, debido a que absorbe la humedad y pierde eficacia ante la solución, lo mejor es medir con un multiamperímetro la conductividad que tiene ya disuelto en dicha solución, o bien con algún indicador de pH como los que se mencionaron con anterioridad, pero se mostrara el análisis:

Para ello necesitaremos la masa molar de la base Hidróxido de Sodio NaOH aunque deberemos primero calcular la masa molecular entonces al descomponerla en sus elementos y saber su masa atómica (u o Da) de cada uno de ellos, contiene 3 elementos, uno de cada uno:

1. Un átomo de Sodio 22.98976928u
2. Un átomo de Oxígeno 15,9994 u
3. Un átomo de Hidrogeno 1,007825 u

Masa molecular del Hidróxido de Sodio 39.99699428 u

Entonces su equivalencia de u a g/mol es 39.99699428 g

Ahora el cálculo de la molaridad se define por esta fórmula:

$$N = \frac{\#eq - g \text{ sto}}{L \text{ sln}}$$

Donde : N= Normalidad
 # eq-g sto= número de equivalente gramos de soluto
 L sln = Litros de solvente

Esto nos indicara:

En Ácidos: el número de iones Hidronio (H^+) en un mol

En Bases: el número de iones Hidroxilos (OH^-) en un mol

NOTA 1: al llenar nuestra celda hemos notado que la cantidad en L es de 1.2 entonces será la solución en Litros que ocuparemos como solvente (L sln)

NOTA 2: para la porción de soluto en gramos a diluir me he basado en un video (fue la fuente más confiable que encontré) en You Tube del canal de pjckac1, llamado 3 Different HHO gas Electrolyte mix, el cual menciona los siguientes datos:

En 1.25 galones de agua destilada diluir 4 onzas de NaOH, convirtiendo estas medidas en litros y gramos: 4.73 L y 113.39 g y una vez más convirtiendo estos datos, manteniendo la proporción para la solución de un litro un quinto nos da 28.76 g, datos que usaremos para los gramos a diluir en la fórmula de Normalidad.

Ahora habrá que ver la valencia de las moléculas que en este caso el Na tiene 1 y el OH tiene -1 entonces el número de (OH) transferidos en reacción será de un ion por mol, entonces se emplea la siguiente conversión:

$$28.76 \text{ g Na OH} \left(\frac{1 \text{ mol}}{39.99 \text{ g}} \right) \left(\frac{1 \text{ eq-g}}{1 \text{ mol}} \right) = 0.719 \text{ eq-g}$$

Donde convertimos sosa caustica a mol y luego esos moles a equivalentes luego sustituimos en la siguiente formula.

$$N = \frac{0.719g \text{ sto}}{1.2 L \text{ sln}} = 0.599 N$$

Así tendremos que 28.76 g disueltos en 1.2 L de agua destilada nos darán nuestra solución 0.599 Normal.

*** La Webgrafía se haya al final del apartado 5.1.10 debido a su asociación simbiótica con base a la química en general**

5.1.9 El pOH de nuestro electrolito

5.1.7.1 Cálculos para obtener el pOH

Dado el tema anterior y los datos de la fuente más confiable verificaremos en teoría que tan fuerte es nuestra base entendiendo que para el agua la concentración molar máxima es 1, entonces verificaremos si la disolución que necesitamos es tan básica como lo permite el agua para tenemos los datos siguientes:

Solución (agua) 1.2 L

Soluto (sosa caustica) 28.9 g

Moles (NaOH) 0.719 eq-g

La fórmula para desarrollar el número de pOH (potencia de hidroxilos) se define por:

$$pOH = -\log (OH^-)$$

Donde solo se desarrolla la potencia logarítmica de la cantidad de hidroxilos en moles disueltos a razón de una solución, en forma resumida es la concentración de hidroxilos que corresponden a cada mol de NaOH dado que la relación es un hidroxilo a un mol de Sosa podemos tomar la normalidad para abreviar y no repetir el desarrollo entonces:

$$pOH = -\log (0.599) = -0.2225$$

Entonces podemos decir que solo está un poco pasada de la concentración que se requiere para que sea la máxima basicidad, y debido que la sosa puede contener humedad y perder efectividad entonces ese -0.22 considero está muy bien calculado, esto corrobora que la fuente de las proporciones, fue muy buena.

*** La Webgrafía se haya al final del apartado 5.1.10 debido a su asociación simbiótica con base a la química en general.**

5.1.10 La termodinámica en la reacción

5.1.10.1 La Entalpia de reacción de la electrolisis

La Entalpia proviene del griego enthalpo que significa agregar calor, y en la termodinámica se usa como una magnitud cuya letra que la simboliza es la H, se entiende como un sistema termodinámico donde existe una cantidad de calor que varía donde un cuerpo puede recibir o aportar energía. En el Sistema Internacional de Unidades se mide en Joules la cual es una unidad de trabajo.

La entalpia puede darse de 2 formas reacción exotérmica y reacción Endotérmica.

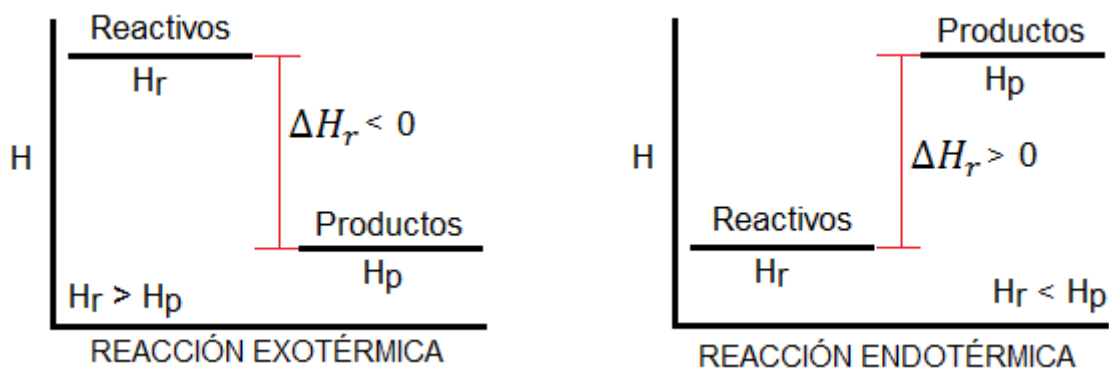
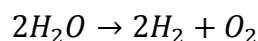


Grafico #4 Entalpia en la reacción

En estas graficas podemos determinar ambas formas donde la reacción puede producir calor (reacción exotérmica) o bien necesitar de calor para producirse (reacción endotérmica)

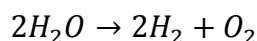
La reacción que se produce se denomina endotérmica debido a la separación de la molécula del agua obtenemos:



Para este tipo de reacciones en la entalpia existe una absorción de calor, entonces el cambio de entalpia será positivo, pues sucede en contrariedad a la reacción exotérmica que emana calor y es negativa.

Entonces sabemos que para nuestro proyecto le cabe 1.2 L de agua con los 28.9 g disueltos nos da una reacción larga en la cual se generan hidroxilos, hidronios y sodio, que a su vez otros vuelven a generar agua o misma sosa pero son productos que se conservan al fin de cuentas dentro del agua, en resumida cuenta lo que

necesitamos saber es ΔH el cambio de entalpia al final tendremos esta ecuación, que es donde realmente parte nuestros productos los gases diatómicos o gas Hidroxi



Para determinar esta reacción haremos:

$$\Delta H = m \times s \times \Delta T$$

Donde m es la masa de los reactivos, s es el calor específico del producto, y el ΔT es el cambio en la temperatura de la reacción.

Entonces m será:

Hidrogeno m= 14.30 joules/gramo °C

Oxigeno m= 0.918 joules/gramo °C

Suma= 15.218 joules/gramo °C

El agua a temperatura y presión normales se haya entre 13°C y 19°C y la temperatura que alcanzan las placas en uso llega ser alrededor de los 55°C medido con un termómetro de cocina.

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 55 \text{ °C} - 16 \text{ °C} = 39 \text{ °C}$$

Entonces insertando los datos en la formula tendremos:

$$\Delta H = 1200g \times 15.218 \text{ joules/gramo °C} \times 39 \text{ °C}$$

Se eliminan las unidades de temperatura y peso resultando en joules

$$\Delta H = 712, 202.4 \text{ joules}$$

Al obtener $\Delta H > 0$ se considera endotérmica pues los reactivos necesitaran absorber calor para ser las moléculas diatómicas

No habrá que confundirse en que la electrolisis produce calor, el calor es generado por la conducción eléctrica, y mismo calor es aprovechado en la reacción endotérmica para que sean liberadas las moléculas diatómicas. Por otra parte la entalpia estándar de formación, esta regla nos permite comprender que para elementos naturales, es decir que se encuentran en la naturaleza la entalpia será 0 de manera que para nuestras moléculas diatómicas, los gases liberados H_2 y O_2 su entalpia será nula entonces dicho esto estos son los valores de entalpia del gas hidroxi.

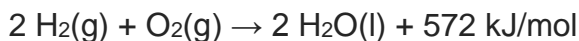
5.1.10.2 La Entropía

La entropía se define como la medición del desorden microscópico de un sistema, la entropía se crea en la tierra y el universo todo el tiempo. A medida que aumenta la temperatura aumentara la entropía y aumentan los movimientos de las moléculas, los cuales pueden ser de rotación, vibración o translación.

Las unidades de entropía son típicamente Joules por Kelvin (J/K) o British thermal units por Rankine (Btu/ R). La segunda ley de la termodinámica dicta que la entropía total de un sistema termodinámico aislado tiende a crecer con el tiempo hasta llegar a un valor máximo.

Existen 2 formas; la espontánea y no espontánea, en este caso es una reacción no espontanea pues requiere de una carga eléctrica para llevar la electrolisis

El hidrógeno gaseoso es muy inflamable y arde en concentraciones muy bajas en aire (4 % de H₂). La entalpía de combustión del hidrógeno es -286 kJ/mol, y la reacción de combustión es la Inflamación de una mezcla de oxígeno e hidrógeno en presencia de una chispa:



Cuando se mezcla con oxígeno en un amplio rango de proporciones el hidrógeno explota. En el aire, el hidrógeno arde violentamente.

Los gases generalmente son más energéticos, es decir tienen más movimiento entre ellas a diferencia de las sustancias acuosas o hasta llegar a las sólidas que aún tienen menos capacidad de movimiento. Es decir, cuando se hace una reacción para pasar de un estado a otro suele ser que los productos sean más energéticos que los reactivos cuando pasamos de sólido a líquido o de líquido a gas y absorberán calor, por el contrario, si pasamos de gas a líquido o de líquido a sólido los reactivos serán más energéticos que los productos y desprenden calor.

Representando de esta manera:

$$S_{\text{sólido}} < S_{\text{líquido}} < S_{\text{gas}}$$

Entonces apreciamos que el estado de entropía del gas es el más desordenado y el del sólido es el más ordenado

La entropía se representa por esta formula

$$\Delta S = S_f - S_i$$

Donde:

$\Delta S =$ cambio de entropia

$S_i =$ entropia inicial

$S_f =$ entropia final

Entonces si una reacción:

$\Delta S > 0$ aumento de desorden

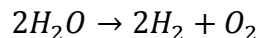
$\Delta S < 0$ disminución del desorden

Entonces para la reacción del reactivo agua y los productos hidrogeno y oxigeno diatómicos tendremos que para condiciones normales de 1 bar a 25°C los valores de tabla son:

$$S_{gas} = H_2 = 130.7 \frac{J}{K} mol$$

$$S_{gas} = O_2 = 205 \frac{J}{K} mol$$

$$S_{liquido} = H_2O = 69.9 \frac{J}{K} mol$$



Entonces se calcula así:

$$\Delta S = S_{productos} - S_{reactivos}$$

Esta entropía cabe menciona que será expresada para 2 moles de agua

Entonces la entropía de los reactivos se describe así:

$$\Delta S_{reactivos} = \sum n_{productos} S_{m(productos)} - \sum n_{reactivos} S_{m(reactivos)}$$

Donde:

$n =$ coeficiente estequimetrico

$S_m =$ entalpia molar de tabla

Así que:

$$\Delta S_{reactivos} = \sum 1 \left(205 \frac{J}{K} mol \right) - 1 \left(130.7 \frac{J}{K} mol \right) - \sum 2 \left(69.69 \frac{J}{K} mol \right) = 200.32$$

Entonces este valor nos dice que la entropía aumento, el desorden molecular de 2 moles ha sido en incremento.

5.1.10.3 La entropía del gas hidrogeno en la celda

La entropía es una función de estado (no puede conocerse su valor absoluto, sino sólo la diferencia entre los estados inicial y final). Se define como:

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T}$$

siendo ΔQ el calor absorbido o cedido y T la temperatura.

La entropía mide el grado de desorden de un sistema. Los sistemas desordenados tienen una entropía elevada, mientras que los sistemas ordenados tienen una entropía muy baja.

La entropía también pasa a definirse en situación de la presión, pero se ocupan formulas muy especializadas para llegar al resultado, por razones prácticas eh encontrado la tabla siguiente la cual describe el hidrogeno en sus diferentes presiones y a diferentes temperaturas, debido a las mediciones en el manómetro y el termómetro los indicadores más cercanos de hayan a los 50°C a 1 MPa dándonos un resultado aproximado de 45.08 kJ/kg*K

Temperatura (°C)	Presión (MPa)						
	0.1	1	5	10	30	50	100
-255	-1.0575	-1.2199					
-250	23.581	1.0959	0.2617				
-225	31.466	21.258	11.291	8.1106	4.7455		
-200	35.859	26.106	18.412	14.732	9.8395	7.9549	
-175	39.051	29.424	22.259	18.918	13.761	11.639	
-150	41.665	32.091	25.138	21.973	16.893	14.673	
-125	43.925	34.377	27.533	24.465	19.496	17.251	14.343
-100	45.926	36.394	29.612	26.603	21.729	19.488	16.550
-75	47.721	38.199	31.456	28.486	23.685	21.458	18.512
-50	49.345	39.830	33.113	30.170	25.424	23.214	20.270
-25	50.825	41.314	34.616	31.692	26.989	24.794	21.857
0	52.180	42.673	35.988	33.078	28.408	26.228	23.300
25	53.429	43.923	37.248	34.349	29.706	27.538	24.620
50	54.584	45.080	38.413	35.522	30.900	28.743	25.835
75	55.657	46.155	39.494	36.609	32.004	29.856	26.957
100	56.659	47.158	40.501	37.621	33.030	30.890	28.000
125	57.597	48.097	41.444	38.568	33.989	31.855	28.973

Fuente

NIST Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties Database (REFPROP): Version 8.0

<http://www.nist.gov/srd/nist23.htm>

Tabla #9 Entropía del Hidrogeno (kJ/kg*K) a diferentes presiones y Temperaturas

Webgrafía de química general

AGRONOMÍA, U. C. (s.f.). *GUIA DE ESTUDIO DEL PROPEDEÚTICO DE QUÍMICA*. Obtenido de http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Propedeutico/2014/Guia_de_Estudio_PropedEutico_Quimica.pdf

Alcali, I. C. (s.f.). *BASES PARA LA GESTION AMBIENTAL SEGURA*. Obtenido de <http://www.ccbasilea-crestocolmo.org.uy/wp-content/uploads/2011/09/Bases-Plan-de-Accion-Cloro-Alcali.pdf>

Ayudante, T. (7 de enero de 2014). *Nomenclatura en Cationes y Aniones*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=fkbg1I9MG8k>

ChemistNATE. (23 de agosto de 2014). *NaOH + H2O reaction*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=wq3C_dIKCGo

DF, D. (29 de abril de 2012). *Ácidos, Bases y Sales*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=hww8n2p48zA>

E, H. A. (s.f.). *HHO*. Obtenido de <http://portafolio.harakure.com.co/proyectos>

Fernández, J. M. (s.f.). *Prácticas en el Laboratorio de Química*. Obtenido de Aulas Virtuales del IES Jorge Manrique: <http://aulas.iesjorgemanrique.com/calculus/quimica/practicaslaboratorio/electrolisisagua/electrolisisagua.html>

FisicaNET. (29 de marzo de 2016). *Química - Electroquímica*. Obtenido de http://www.fisicanet.com.ar/quimica/electrolisis/lb01_electrolisis.php

García, J. L. (4 de enero de 2012). *Iones*. Obtenido de <http://cienciasdejoseleg.blogspot.mx/2012/01/iones.html>

Herrera, M. B. (18 de septiembre de 2011). *Química*. Obtenido de <http://pdifresh.blogspot.mx/2011/09/solucion-normal-n-la-normalidad-es-una.html>

MISCHIEFOFSCIENCE. (18 de mayo de 2009). *ÁCIDOS, BASES Y SALES 01*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=j79d4_W7zFI

MISCHIEFOFSCIENCE. (18 de mayo de 2009). *ÁCIDOS, BASES Y SALES 02*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=W0vRxVTLCV4>

Nave, M. O. (s.f.). *Electrólisis del Agua*. Obtenido de <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/thermo/electrol.html>

Peña, A. d. (19 de octubre de 2006). *Electrolisis del Agua*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=5NmolJQGAR8>

Quimiayudas. (18 de abril de 2014). *Calculo de la Normalidad de una solución*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=qGytlEc4x4>

Scientificprotocols. (6 de noviembre de 2012). *¿Cómo preparar una solución 1 molar de NaOH en agua destilada?* Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=j2QyXRZDEoE>

Society, A. C. (2016). *El agua es una molécula polar*. Obtenido de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:gfGR9ML75pkJ:www.middle-school-chemistry.com/espanol/capitulo5/leccion1/+&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=mx>

Vazquez, M. (s.f.). *CONDUCTIVIDAD*. Obtenido de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/mod/resource/view.php?inpopup=true&id=54386>

Wikipedia. (22 de marzo de 2016). *pH*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/PH>

yurihquimica29. (7 de julio de 2010). *ELECTRÓLISIS DEL AGUA*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=mCyaqNO9wxw&ebc=ANyPxKr63ej68remC918CdmBAq3FLS3-2LU3L509NU63UEHvSP5A9EXJmdWQPH9a0mwuUDLW99_avTBxgEFnEMcppWKLH-0wsg

Hill, M. G. (s.f.). *la química*. Obtenido de <https://labquimica.files.wordpress.com/2008/09/chang-4.pdf>

naucalpan, U. n. (s.f.). *Slide Share*. Obtenido de *electrolisis del agua*: http://es.slideshare.net/cory_231997/electrolisis-del-agua

quimitube. (s.f.). *termodinamica*. Obtenido de <http://www.quimitube.com/>

Wikipedia. (s.f.). *Calor Especifico*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Calor_espec%C3%ADfico

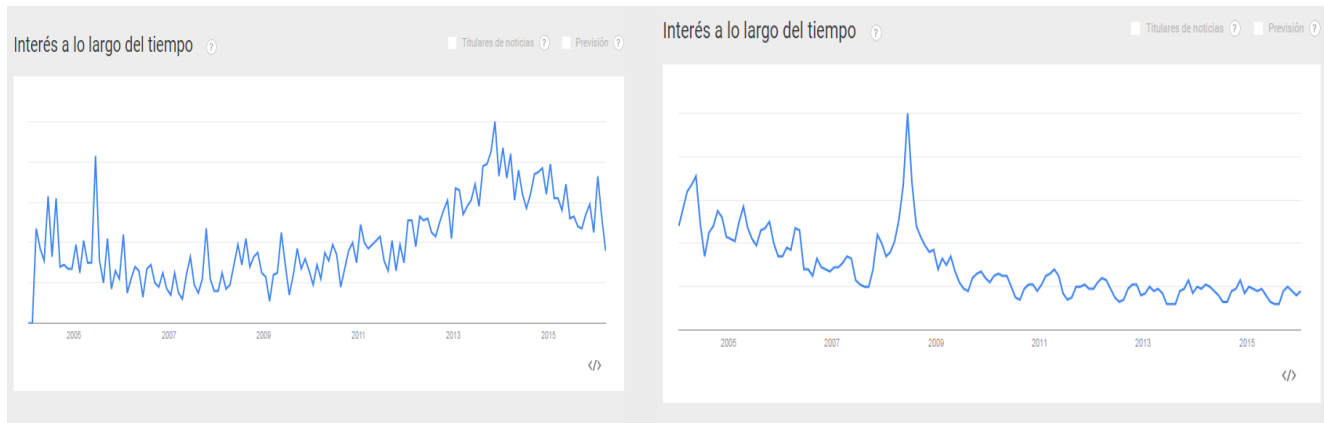
wikiHow. (s.f.). *Cómo hallar Delta H (entalpía)*. Obtenido de [http://es.wikihow.com/hallar-Delta-H-\(entalp%C3%ADa\)](http://es.wikihow.com/hallar-Delta-H-(entalp%C3%ADa))

Wikipedia. (s.f.). *Dihidrogeno*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Dihidr%C3%B3geno>

5.2 Marco Teórico

5.2.1 La Historia de la Celda de Hidrogeno

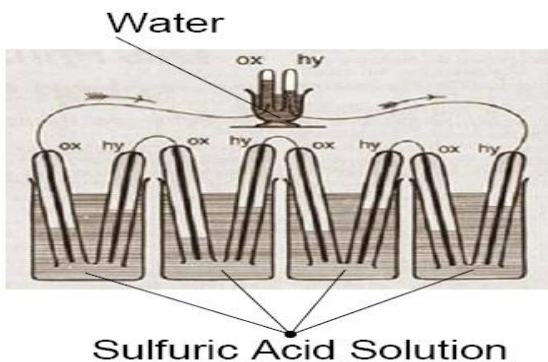
Este tema socialmente apenas empieza a incurrir, a salir a flote en google trends eh echo un par de búsquedas con las palabras Hydrogen cell y celda de hidrogeno y en particular eh visto en México y estados unidos donde el mayor interés son en los estados de Sonora, Mex. y en California E. U.



México

Estados Unidos

Gráfico #5 Estadísticas de búsqueda en google



Dibujo#11 Celda de William

Cuando este tema se conoce desde hace ya casi unos dos siglos esto se atribuye a 2 científicos, Christian Friedrich Schönbein nacido Suiza y Sir William Grove nacido en gales ellos descubrieron y publicaron sus celdas con solo una variación de 5 años, dato curioso, Friedrich en 1838 y William en 1843 en el dibujo#11 se aprecia el diseño de la celda de William que ocupo placas de platino y ácido sulfúrico para producir el gas Hidroxy.

El señor William fue un científico muy dedicado al cual también se le atribuye el primer invento incandescente, lo que hoy conocemos como foco que gracias al señor Thomas Alva Edison pudo perfeccionarlo. También él fue el primero en descubrir el proceso inverso a la electrolisis La pila de combustible que construyó contaba con electrodos de carbón de madera y no requería la disolución de metales,

ya que la corriente eléctrica se conseguía a partir de la reacción de los gases, hidrógeno y oxígeno, para formar agua. Es un invento que también apenas hace 2 décadas empiezan a sacar coches con ese sistema.

Y en Tanto al Señor Friedrich tuvo grandes aportaciones al descubrir y nombrar al ozono pero no se encontró información sobre su celda de hidrogeno.

Más tarde Lord Rayleigh mostro interés por el hallazgo de William y la perfecciono. El capto deficiente la superficie de contacto que tenía el platino con el ácido. Esto ocurrió por el año de 1882, luego Ludwig Mond y Charles Langer también atribuyeron mejoras pero a la carcasa de este dispositivo, su adaptación pudo retener el ácido y mejorar la conexión de los electrodos.

Hoy en día ya existen muchos sistemas funcionando con el hidrogeno pero el porcentaje aún es muy nulo.

Webgrafía de la historia de la celda de hidrogeno

Google. (s.f.). *Goggle trends*. Obtenido de <https://www.google.com.mx/trends/>

Sánchez, M. E. (15 de marzo de 2003). *TECNOLOGÍA PARA EL HIDRÓGENO: PILA DE COMBUSTIBLE*. Obtenido de <http://estherguervos.galeon.com/31tec.pdf>

Wikipedia. (3 de febrero de 2016). *Christian Schönbein*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Christian_Sch%C3%B6nbein

Wikipedia. (2 de Marzo de 2016). *Pila de combustible*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Pila_de_combustible

Wikipedia. (7 de febrero de 2016). *William Robert Grove*. Obtenido de https://en.wikipedia.org/wiki/William_Robert_Grove

5.2.2 Cualidades de las Celdas

La flama con gas Hidroxi corta el hierro alrededor de 30% más rápido que cualquier otro gas industrial debido a que el efecto de oxidación es mayor.

Pre-limpieza es generalmente eliminado. (corta el metal ensucia con facilidad con hacer estallar y escupiendo mínima.)

Un combustible seguro y con muchas ventajas, entre las cuales están las siguientes:

- Fácil de usar Independientemente de los gases de antorcha que se utiliza actualmente, la conversión a gas de Brown, es fácil, eficiente y satisfactoria inmediatamente. La corriente eléctrica agua y listo Ni siquiera tiene que hacer ajustes de mezcla.
- Seguridad. Los sistemas de hidrógeno tienen una historia de seguridad muy Impresionante. En muchos casos, el hidrógeno es más seguro que el combustible que está siendo reemplazado. Además de disiparse rápidamente en la atmósfera si se fuga, el hidrógeno, en contraste con los otros combustibles, no es tóxico en absoluto. Llama Gas de Brown es más seguro

La antorcha se puede utilizar de forma más segura en zonas de difícil acceso, donde los combustibles pueden encenderse.
- Funcionamiento silencioso. En funcionamiento normal, la celda de combustible es absolutamente silenciosa.
- Larga vida y poco mantenimiento. Aunque las celdas de combustible todavía no han comprobado la extensión de su vida útil, probablemente tendrán una vida significativamente más larga y el agua q es lo único que se cambia es muy fácil remplazarla
- Modularidad: Se puede elaborar las celdas de combustible en cualquier tamaño, tan pequeñas como para impulsar un carrito de juguete o tan grandes como para generar energía para una comunidad entera. Esta modularidad permite aumentar la energía de los sistemas según los crecimientos de la demanda energética, reduciendo drásticamente los costos iniciales.
- Amigable con la Naturaleza: Al solo producir vapor y no ser un combustible más de los hidrocarburos no hay las emisiones de monóxido de carbono, dañinas al calentamiento global, solo que la fuente de electricidad sea una celda solar o algún otro proceso que no dañe puede alcanzar el 100% de 0 emisiones, una energía inagotable, renovable y limpia. Inclusive se ha probado bajo el agua donde se usa en espacios cerrados y cualquier otro tipo de gas sería muy perjudicial.
- Bajo Mantenimiento: La llama Hidroxi produce cortes precisos por lo que se requiere poco o ningún acabado. consejos antorcha prácticamente no necesitan mantenimiento intercambios libres y botellas de oxígeno se reducen

al mínimo. Dado que se crea el gas de Brown bajo demanda, no se quedará sin combustible en medio de un corte.

Los siguientes datos nos muestra la temperatura que puede alcanzar

Torches		
Acetylene	5972 F	3300 C
Hydrogen arc	7232 F	4000 C
Cyanogen	8477 F	4525 C
Dicyanacetylene	9009 F	4987 C

Bibliografía

BR. OSCAR EDUARDO DOÑÁN VELASCO, B. S. (2008). *DISEÑO DE UNA PILA DE COMBUSTIBLE DE HIDRÓGENO*. El Salvador: Univerdidad de Don Bosco, Facultad de Ingeniería.

Webgrafía

watertorch. (2006). Obtenido de <http://www.watertorch.com/whatis/whatis1.html>

5.2.3 Diferentes usos de la Flama

Hoy en día existen generadores de gas hidrogeno para bastantes usos, el hidrogeno es un combustible que usualmente su generación se produce en el sitio donde será usada o consumida, estos generadores existen de bastantes capacidades algunos los ocupan para uso en parrillas para cocinar, la foto#4 de una parrilla casera y en seguida otras en las otras fotos #5,7 y 9 estas son de marca registrada la cuales tienen distintas llamas solo que el riesgo es que se te queme la olla.

Ahora aquí vemos unos generadores en la foto# 6 de la misma marca epoch estos pueden ser utilizados para producir una flama para diversos usos todo también depende de la regulación y dispersión que tiene la llama, para cocinar, soldar, cortar, inflar algún cuerpo debido a su ligero peso (el más liviano de todos los elementos), celdas de combustible, transporte entre



Foto#5 Parrilla USH2



Foto#4 Parrilla Casera



Foto#6 Generadores Epoch



Foto#7 Mueble
con parrillas Epoch

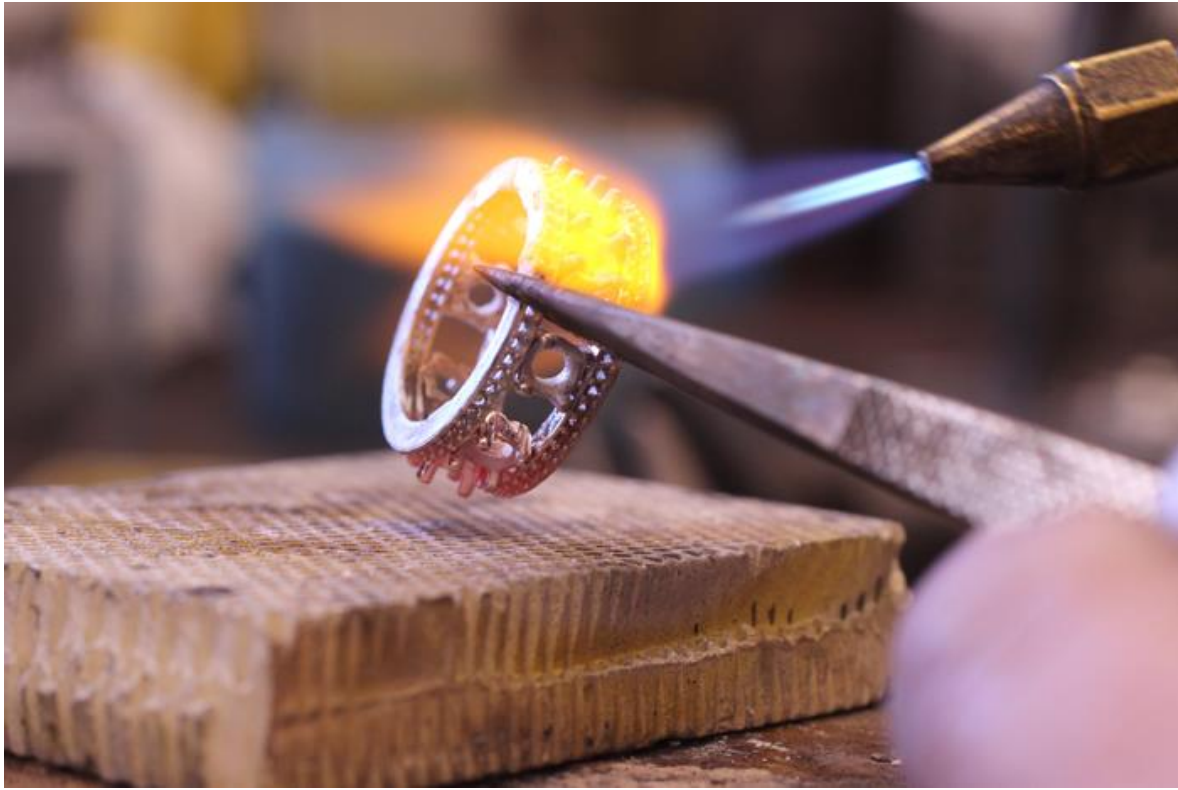


Foto#8 Parrillas Epoch

Pero la flama tiene otras aplicaciones, estos son algunos de los usos más comunes:



Foto#9 Cortar láminas delgadas



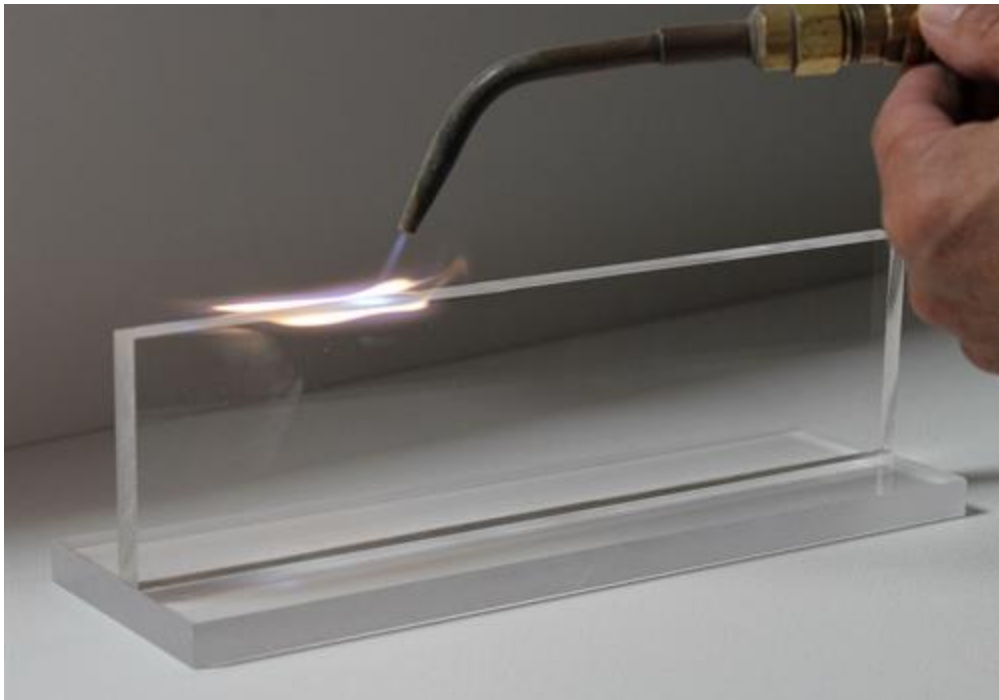
Foto#10 Soldar Joyería



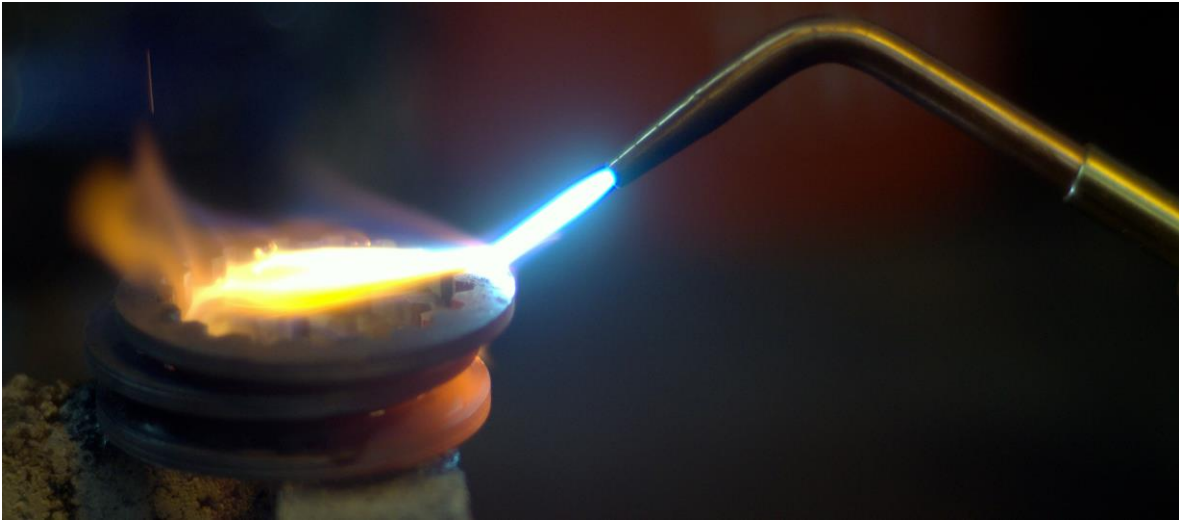
Foto#11 Sellado de Cristal de Cuarzo



Foto#12 Soldado de Alambre



Foto#13 Pulido de Acrílico



Foto#14 Soldar Metales



Foto#15 Soldar tuberías de cobre

Entre otras:

- El secado adhesiva
- Recocido
- Soldadura
- desmontaje del cable
- Casting (troquel y la inversión)
- Corte
- Creación de piedras semipreciosas (ejemplo: la fabricación de rubíes)
- Desalinizar el agua
- Perforación
- Almacén de energía
- quema de combustibles fósiles mejorado (interna y externa)
- El curado epoxi
- Oxicorte
 - Reduce directamente metálica delgada, láminas de plástico, varillas duras y las fibras duras
 - La adición de oxígeno
- Llama para la perforación
- Pulido a la llama
 - Pulido a la llama de vidrio, plástico, cuarzo y cerámica
- Ranurado
- Contracción térmica
- Moldeo con calor
- La neutralización de los residuos radiactivos
- Mineral / mineral-Refinación, Separación y Fabricación
- Plasma spray
- Precalentamiento
- Presión de la bomba / vacío
- La liofilización
- Destilación
- Soldadura
- Metales preciosos, cuarzo, cobre, aluminio, vidrio, cera, hierro fundido, plásticos.

Como se observa el gas hidroxí tiende a reemplazar los gases industriales de la antorcha:

Webgrafía de Usos de la Flama

ANGELITO, E. (15 de agosto de 2012). *CELDA DE HHO Y SOPLETE CASEROS - HHO TORCH CELL AND HOME*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=K0MHKhAIOIs>

Bodensiek, R. (s.f.). *Salto - Alambre de cobre soldado*. Obtenido de <http://rodolfobodensiekespanol.weebly.com/escultura.html>

Cao, J. (15 de agosto de 2011). *oxyhydrogen melting fused silica*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=vHJP9Ehm-qE>

Carnahan, D. (28 de septiembre de 2014). *No so Magical Adventures*. Obtenido de <https://meremagicdesigns.com/tag/color/>

cetechamerica. (24 de junio de 2009). *HHO Epoch Oxy Hydrogen Generator Cooking 2*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=agf9nqfRIXc>

M&M Plastics, I. (s.f.). *Polishing, Flame & Buffing*. Obtenido de M&M Plastics, Inc.: <http://mmplasticsinc.net/polishing-flame-buffing/>

pjckac1. (julio de 25 de 2010). *(PT.2-3) HHO Gas Welding Machine In Action Breaking Loose Copper Pipes*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=yOTBbhkn2So>

Roe, T. (11 de abril de 2013). *Timothy Roe Fine Jewellery*. Obtenido de <http://www.timothyroe.com/blog/platinum,-rose-gold--diamond-ring>

watertorch. (2006). Obtenido de <http://www.watertorch.com/whatis/whatis1.html>

5.2.4 Tipos de celda

5.2.4.1 La celda húmeda

Pues en la celda húmeda toda el agua que rodea las celdas con carga existe un puente creado por el electrolito el cual no pasa por las celdas neutrales, y en ese puente se pierde efectividad y gasta más energía, además que resulta más voluminosa y estorbosa.

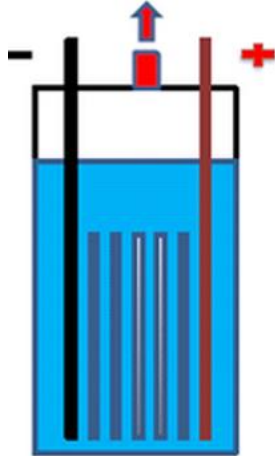
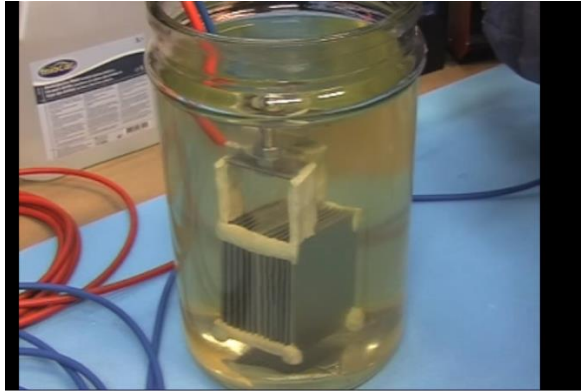


Figura n° 1

Dibujo#12 Celda Húmeda



Foto#16 Celda Húmeda

5.2.4.2 La celda seca

La fabricación de una Celda seca nos permitirá ahorrar espacio y brindar un mejor funcionamiento y seguridad en comparación de una celda húmeda, esta se ha escogido como favorita pues en la sociedad y en el internet es la más aceptada, usada y también porque se pueden hacer modificaciones más seguras y es más manejable.

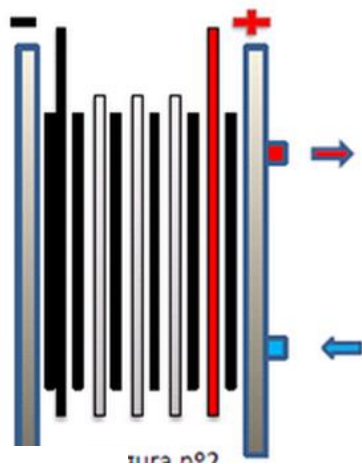
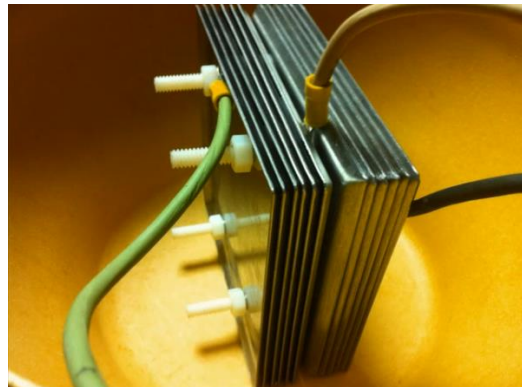


Figura n° 2

Dibujo#13 Celda Seca



Foto#17 Celda Seca

5.2.4.3 La celda de tubos húmeda

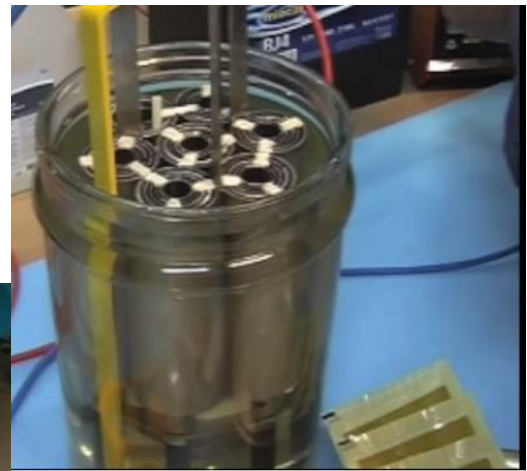
Esta celda también es conocida, de igual forma como se muestra en la fotografía puede ser modulable y conectar tantos vasos como sea necesario, permite ahorrar en empaques, pero es algo parecido a la celda húmeda, también llega tener la misma deficiencia del puente creado por electrolito sin pasar por las neutras, su ventaja de esta puede ser una mayor rapidez en su armado. Su funcionamiento consta de conectar el ánodo y el cátodo en los extremos, el tubo más pequeño y el más grande como electrodos, se recomienda el mas grande como ánodo y en más pequeño como cátodo, para una mayor producción de hidrogeno y no de oxigeno



Foto#18 Celda húmeda de tubos



Foto#19 Celda húmeda de tubos vista superior



Foto#20 Otra Celda Húmeda

5.2.4.4 La celda de tubos seca

El funcionamiento es exactamente a la anterior solo que en este caso ha sido sellada con unos acrilicos, los cuales brindan un mejor desempeño en su espacio, maneobrabilidad, produccion y consumo electrico



Foto#21 Celda Seca de Tubos

5.2.4.5 La celda de espiral

Esta celda consta de ánodo y cátodo no tiene partes neutras, sus únicos electrodos, son separados por una membrana plana la cual pasa por todo el espiral y hace las veces de empaque para separar los electrodos, según esta fuente es de las más efectivas en su experimento de comparación de los diferentes tipos de celda que construye, pero al no tener placas neutras el consumo eléctrico es mayor.



Foto#22 Celda de Espiral



Foto#23 Armando Celda de Espiral

5.2.4.6 La celda de espirales invertidos

Esta celda al igual que la anterior solo se compone de sus electrodos necesarios y no contiene placas neutras, puede ser la más insegura, la colocación de los separadores no lleva una distancia simétrica, ni el enrollado puede quedar a la perfección, al entrar en contacto las placas, puede hacer corto y generar una fuga de consumo eléctrico sin obtener la producción del gas tan deseado.



Foto#24 Celda de Espiral Inversa

5.2.4.7 La celda de rondanas húmedas

Así como menciona el título esta celda solo se construye con rondanas, es la más fácil hablando de su construcción y la más económica perfecta para solo demostración, debido a que el material de las rondanas no es acero inoxidable y se oxidan rápidamente, suelen ser de acero dulce.



Foto#25 Celda de Rondanas Húmeda

5.2.4.8 La celda de rondanas seca

Esta celda es un ejemplo de la modularidad que permite el gas hidrogeno donde puede ser tan largo como ancha o también de tantas unidades sea necesaria.



Foto#26 Celda de Rondanas Seca



Foto#27 Otra Celda de Rondanas Seca

Webgrafía tipos de Celdas

AMMANN. (30 de marzo de 2008). *HHO SWISS INOX 4 SPIRAL CELL + GAS PRODUCTION TESTS*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=DL90PDiceQ8>

atelierpenguin. (8 de octubre de 2012). *HHO Tube Dry cell / Joe cell*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=IYP4zzzuWw0>

HHO4ALL. (7 de marzo de 2009). *Vid21 Washer Cell Hydrogen Generator (HHO, Brown's Gas, Hydroxy)*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=MrhBuhbn3BE>

HighestExcitement. (22 de febrero de 2012). *How to make an experimental HHO Cell using a water filter housing*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=DOWZmuWp4Hw>

skeetab5780. (11 de febrero de 2012). *HHO Take 1 - Hydrogen wet cell assembly and testing*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=YP2at9uN3I4>

skeetab5780. (11 de febrero de 2012). *HHO Take 1 - Hydrogen wet cell assembly and testing*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=YP2at9uN3I4>

vox1philippines. (7 de enero de 2011). *HHO - SHIGETA CELL*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=UKHizFXmHD4>

woodypc35. (10 de Noviembre de 2008). *20 lpm hho torch high output drycell*. Obtenido de https://www.youtube.com/watch?v=ytjzgmLkK_k

5.2.5 Normatividad

5.2.5.1 Norma ISO 12100: 2010

ISO 12100: 2010 especifica la terminología básica, principios y una metodología para lograr la seguridad en el diseño de maquinaria. En él se especifica los principios de evaluación del riesgo y la reducción de riesgos para ayudar a los diseñadores en la consecución de este objetivo. Estos principios se basan en el conocimiento y la experiencia del diseño, uso, incidentes, accidentes y riesgos asociados con la maquinaria. Se describen procedimientos para identificar peligros y estimar y evaluar los riesgos durante las fases pertinentes del ciclo de vida de la máquina, y para la eliminación de los riesgos o la reducción del riesgo suficiente. Se da orientación sobre la documentación y verificación del proceso de evaluación del riesgo y la reducción del riesgo.

5.2.5.2 Norma estándar BS EN 60204-1:2006+A1:2009

¿Qué es?

BS EN 60204-1 da orientación y recomendaciones de seguridad de equipos eléctricos para la maquinaria. Esto incluye requisitos de seguridad para equipos eléctricos, electrónicos y controlado por ordenador y sistemas para máquinas - pero excluye los circuitos de alimentación donde se utiliza la electricidad directamente como una herramienta de trabajo. Estas regulaciones de equipos eléctricos se refieren únicamente a las máquinas no portátiles diseñados para funcionar en conjunto con otros tipos de maquinaria. BS EN 60204-1 da instrucciones específicas para el mantenimiento seguro del punto en el que los aparatos eléctricos o electrónicos se conectan a la máquina. Y estas instrucciones se refieren únicamente a la maquinaria que funciona con tensiones de alimentación nominales inferiores a 1.000 V en corriente alterna o 1.500 V en corriente continua, o con frecuencias de alimentación nominal por debajo de 200 Hz.

¿Cómo funciona?

BS EN 60204-1 introduce la norma, explica cómo cumplir con las recomendaciones y describe la terminología para la seguridad de los equipos eléctricos. Las directrices también abarcan los circuitos de control y funciones de control, prácticas de cableado y protección contra descargas eléctricas, la forma de mantener las normas de seguridad y los requisitos esenciales para directivas de la CE. BS EN 6024-1 tiene como objetivo ayudar a proteger a las personas y bienes de los riesgos presentados por el equipo eléctrico o electrónico para la maquinaria se describe anteriormente.

Esta norma no cubre todos los requisitos de seguridad para la prevención de riesgos eléctricos, tales como la vigilancia, enclavamiento o control. BS EN 60204-1 no incluye orientación sobre la máquina diseñada para uso en exteriores, en las minas y en atmósferas inflamables, la maquinaria que produce material explosivo o maquinaria que funciona como una máquina de coser.

¿Quién debería comprar?

Los gerentes de salud y seguridad

Las personas que trabajan con el equipo eléctrico, electrónico o controlado por ordenador para la maquinaria.

¿Qué hay de nuevo?

BS EN 60204-1: 2006 + Enmienda 1: 2009 sustituye a la norma BS EN 60204-1: 1998 y la norma IEC 60204-1: 1997 e incluye modificaciones a las fechas de aplicación y retirada de estas normas. También incluye información sobre las normas internacionales y europeas pertinentes.

5.2.5.3 NOM-010-STPS-2014 para el hidrogeno

NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014, Agentes químicos contaminantes del ambiente laboral. Reconocimiento, evaluación y control.

En esta norma se mencionan los gases y sus riesgos que pueden ocasionar, donde mencionan la descripción de peligro para cada uno de ellos, que pueden afectar al inhalar ingerir o en contacto, algunos de ellos pueden provocar daño toxico, alergia, irritación, somnolencia, asma, cáncer, infertilidad o dañar al feto o en los órganos entre algunas otras, pero en el caso del hidrogeno se enumera como la sustancia numero 459 donde solo le dan la connotación D

Valores Límite de Exposición a Sustancias Químicas Contaminantes del Ambiente Laboral

No.	Sustancia Química	Alteración / Efecto a la Salud	PM	No. CAS	Connotación	VLE	
						PPT	CT o P
459.	Hidrógeno	Asfixia	1.01	1333-74-0	(D)		

Tabla#10 VLE

Donde:

PM es el peso molecular

VLE son los valores límite de exposición promedio ponderado en el tiempo, de corto tiempo o pico (PPT y CT o PICO), así como la demás información contenida en la Tabla I.1, no constituyen líneas definidas de separación entre la concentración segura y peligrosa. Son directrices o recomendaciones para prevenir los riesgos a la salud del personal ocupacionalmente expuesto.

El número de registro CAS es una identificación numérica única para compuestos químicos, polímeros, secuencias biológicas, preparados y aleaciones.

Connotación D

Asfixiante simple: no puede ser recomendado un valor límite de exposición (VLE) para cada asfixiante simple debido a que el factor limitante es el oxígeno disponible. El contenido mínimo de oxígeno debe ser 18% en volumen bajo presión atmosférica normal, equivalente a una presión parcial del oxígeno de 17.99 kPa (35 torr). Las atmósferas deficientes en oxígeno no proporcionan advertencias adecuadas, ya que la mayoría de los asfixiantes simples son inodoros. Varios asfixiantes simples presentan peligro de explosión. Este factor debe considerarse al limitar la concentración del asfixiante.

5.2.5.4 El hidrogeno Según la TLV

En 1983-1984 la American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) creó un esquema de clasificación para los niveles seguros de exposiciones a sustancias químicas tóxicas. Este esquema se basa en valores umbral límite (TLV, por sus siglas en inglés) Valores umbral límite (TLV)

El Hidrógeno es un gas incoloro, inodoro e insípido. Es combustible y altamente inflamable. No es tóxico, pero puede producir asfixia por desplazamiento del aire (clasificado como asfixiante simple E en el TLV).

Donde describe lo siguiente:

Grupo E: sin evidencia de carcinogenicidad en los seres humanos, a partir, al menos, de dos estudios en animales de diferentes especies o en estudios realizados en animales y en seres humanos.

Webgrafía de Normatividad

aire, I. a. (s.f.). *MEDICION Y VALORACION DE LOS EFECTOS ADVERSOS EN LA SALUD*. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/cursoa_toxaire/lecc4/lecc4_4.html

CRYOINFRA. (s.f.). *Hidrogeno (H)*. Obtenido de <http://www.cryoinfra.com/gases/hidrogeno-h2/>

Estandar, N. (junio de 2006). Obtenido de <http://shop.bsigroup.com/en/ProductDetail/?pid=000000000030218354>

oficial, d. (24 de abril de 2014). *NORMA Oficial Mexicana NOM-010-STPS-2014, Agentes químicos contaminantes del ambiente laborales. Reconocimiento, evaluación y control*. Obtenido de <http://trabajoseguro.stps.gob.mx/trabajoseguro/boletines%20anteriores/2014/bol056/vinculos/NOM-010-STPS-2014.pdf>

6. Marco Metodológico

6.1 Construcción de la Celda de Hidrogeno

La fabricación de esta se compone de estos materiales:

- Placas de Acero Inoxidable 316 L
- Acrílicos de 9mm
- Neopreno por rollo 6mm
- Manguera de neopreno 6mm
- Manómetro de 1 bar
- Vaso burbujeador Inframedic
- Separador de Aguay Aceite
- Boquilla cuello de ganso
- Amperometro 30Amp
- Terminales Electricas
- Tornillos
- Empaques
- Rondanas
- Conectores de Neumatica
- Agua y Sosa como consumibles

Materiales que serán descritos con detalle en esta sección en tanto a sus especificaciones, tamaño y modo de empleo, pero será necesario estas herramientas para su elaboración:

- Pinzas de presión
- Llaves Mixtas
- Llaves Ajustables (perico)
- Cutter o Estilete
- Cinta de Aislar
- Tijeras
- Taladro
- Esmeriladora
- Regla
- Pie de rey
- Cinta de Teflon,
- Cable

6.2 Las Placas de Acero Inoxidable (neutras)

Las Placas que usaremos serán de Acero Inoxidable antimagnético tipo 304 L o preferentemente 316 L este tipo se ocupa en el área hospitalaria y de alimentos, el recubrimiento que tiene es más duradero a la corrosión y oxidación y aun mejor son las de paltinum pero su costo es demasiado elevado. Con un espesor de 0.018 en pulgadas véase en Imagen 3D #7 Perfil de placa de Acero Inoxidable

El tamaño de las placas neutras es de 17 centímetros de ancho x 17 centímetros de largo las cuales por ser un corte recto se puede cortar fácilmente con una esmeriladora (aunque debe tener conocimientos de cómo se usa, aunque es fácil también puede ser muy peligrosa si su uso es inadecuado) observe la Imagen 3D #8 Placa de Acero Inoxidable vista completa.

Al final es necesario ligar meticulosamente las rebabas pues pueden afectar al sello o empaque que posteriormente tendrán, el orificio es de 5/8 de pulgada y el centro del orificio se halla en la intersección a una distancia de $\frac{3}{4}$ de pulgada de cada lado,

todo como se muestra en la Imagen 3D #9 Agujero en placa, así como estas placas necesitaremos 6 iguales. Debido al espesor y a la dureza que tiene el acero inoxidable todas las perforaciones se han realizado con un taladro de banco, para una mejor hechura y así evitar que se doblen o dañen las placas.



Imagen 3D #7
Perfil de placa de
Acero Inoxidable

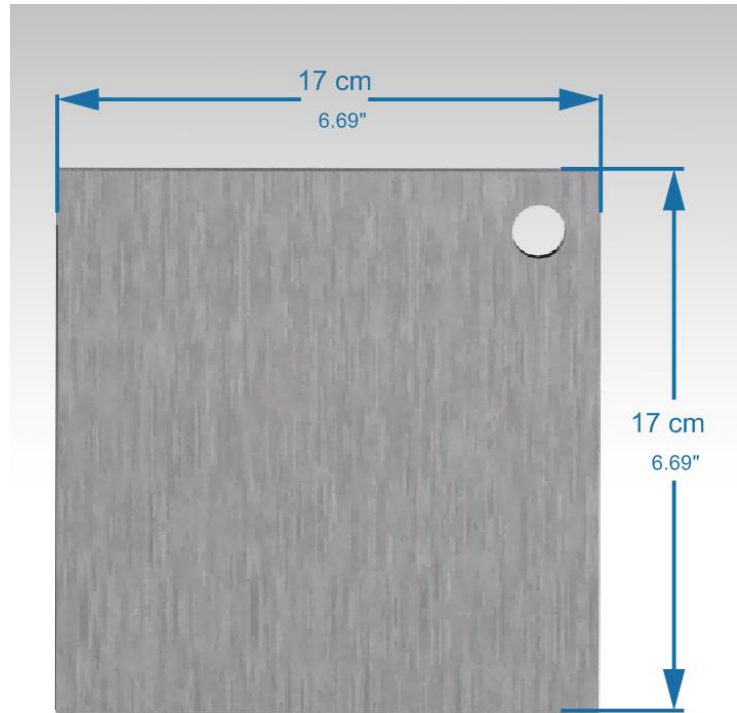


Imagen 3D #8 Placa de Acero
Inoxidable vista completa

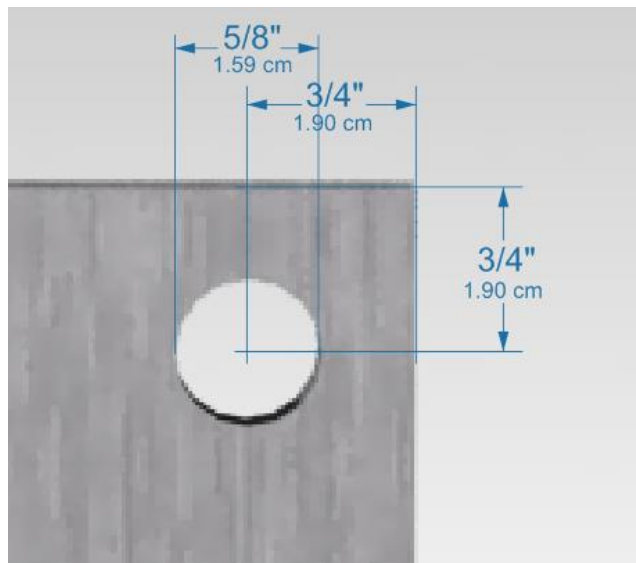


Imagen 3D #9
Agujero en placa

6.3 Las Placas de Acero Inoxidable (electrodos)

Las placas siguientes serán las que llevarán la conexión hacia la corriente eléctrica les llamaremos placas de carga eléctrica, primero se hará un rectángulo de 17 centímetros de ancho x 20.5 centímetros de largo a las cuales se les realizara un corte especial véase la Imagen 3D #10. Estas placas tendrán una saliente de forma de un pequeño cuadro de 3.5 cm situado a 4.5 centímetros de la esquina que corresponde a la perforación de 5/8" esta perforación es igual al cuadro de 17 por 17 centímetros de la placa de la Imagen 3D #8 Placa de Acero Inoxidable vista completa solo con la diferencia de la saliente, esta perforación entonces la tendrán todas las placas neutras como se había mencionado y también las de carga eléctrica a la misma distancia vea Imagen 3D #10 Placa para electrodo.

Por medio de las perforaciones de 5/8" será por donde circulara el agua al llenar la celda y el gas hidroxí al provocar la electrolisis para salir por el orificio de un acrílico que se mostrara más adelante, el tamaño de esta perforación se debe al conector, este necesitará un diámetro así para que pueda librar a las placas (Imagen 3D #19 Agujero del Conector recto)

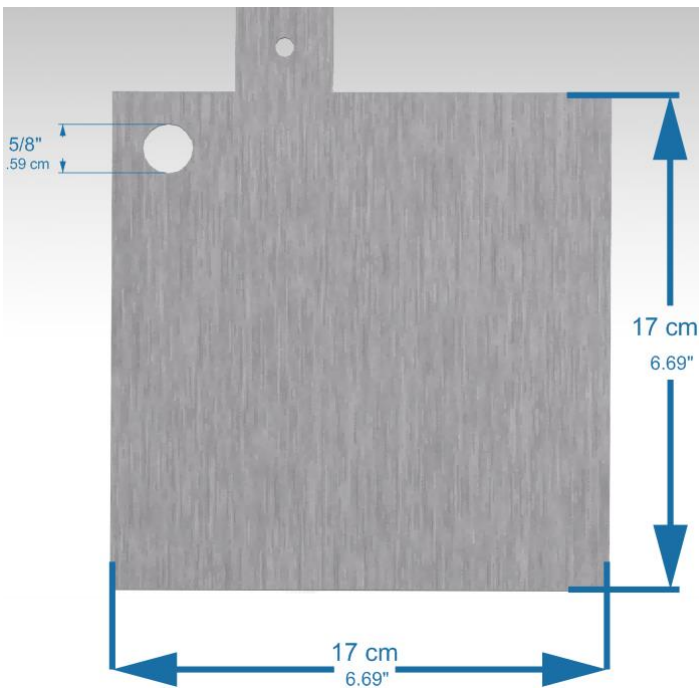


Imagen 3D #10 Placa para electrodo

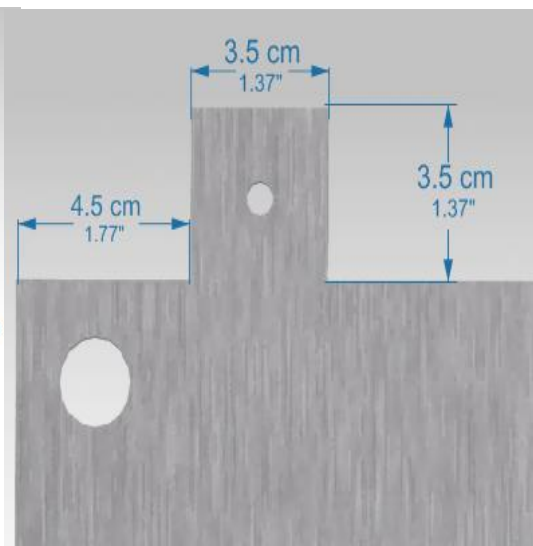


Imagen 3D #11
Placa electrodos
agujeros

La perforación de la saliente estará ubicada al centro del cuadrado que su centro se forma teniendo una distancia equidistante de 1.75 centímetros de cada lado y un diámetro de ¼ de pulgada vea Imagen 3D #12 Distancia de agujeros



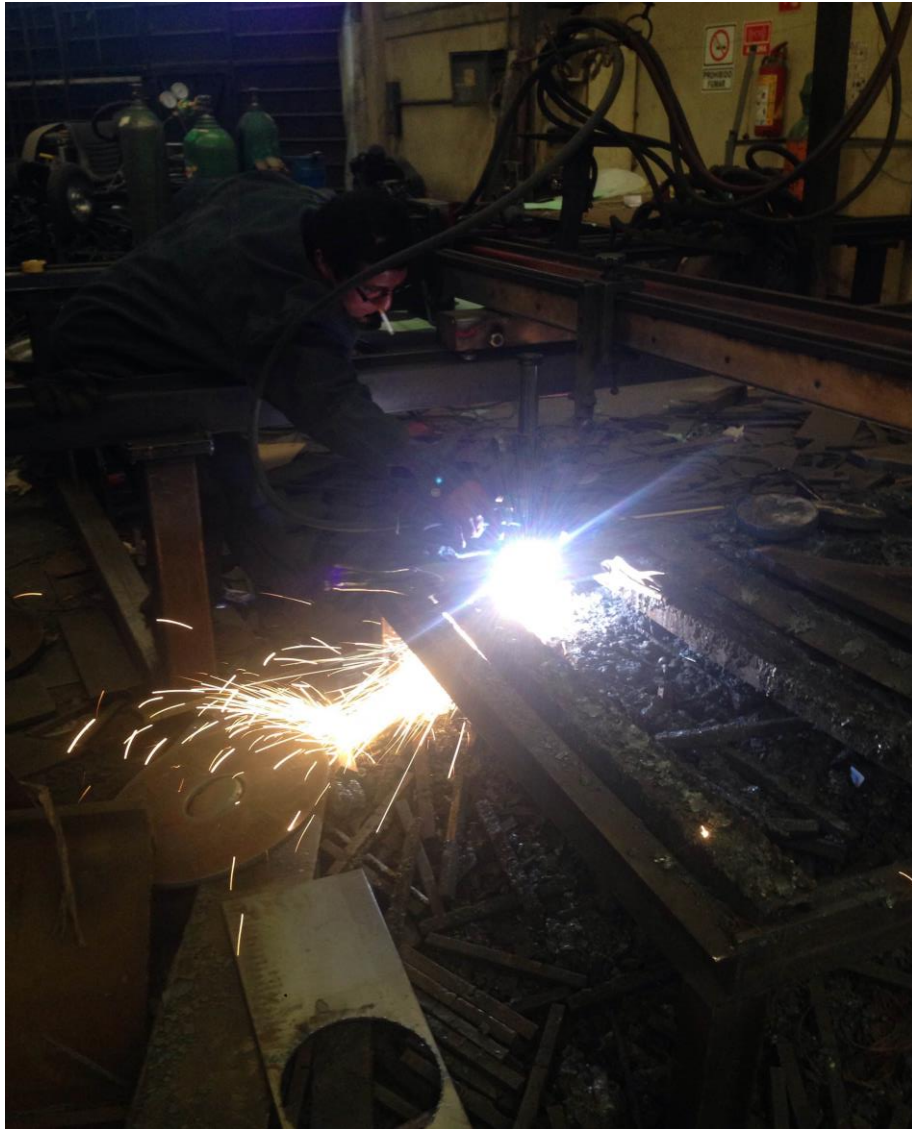
Imagen 3D #12 Distancia de agujeros

De este tipo de placas necesitaremos 3 todas idénticas en las medidas, 2 de ellas se conectarán al polo negativo y la otra al positivo

Para este corte eh utilizado la ayuda de un pantógrafo (vea foto#9 y 10) pues la esmeriladora desperdiciaría bastante material, no puede hacer esto con gran precisión y aumenta el riesgo de que su disco se quede trabado o se quiebre, recomiendo este diseño de corte para mayor ahorro de material vea Imagen 3D #13.



Foto#28 Trazo en pantógrafo



Foto#29 Corte en pantógrafo

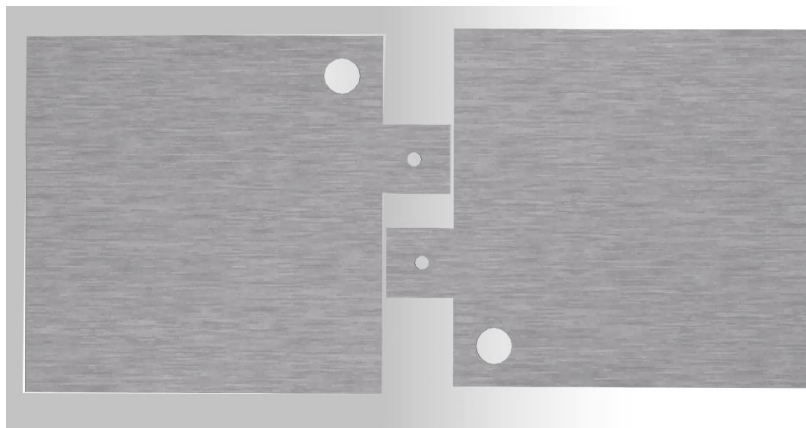


Imagen 3D #13 Posición de ahorro de espacio para el corte

Debido a los establecimientos donde venden el acero solo pueden despachar en medida de 1.22m o 2.44m lo cual me llevo a comprar 2 tramos de 1.22m por 0.17m y si es que no se calcula el diseño del corte puede llevar a una merma significativa económica, solo de esta forma pude hacer que alcanzara el material para estos 2 tramos.

6.4 Los Acrílicos y primer Conector

Necesitaremos 2 placas de Acrílico de 20 centímetros de ancho x 20 centímetros de largo y 9 milímetros de espesor (vea Imagen 3D #14 y #15) estas llevaran 12 perforaciones simétricas haciendo un perímetro por sus lados a 1 centímetro de separación con el canto y con un diámetro de $\frac{1}{4}$ de pulgada, haciéndolas equidistantes a los 5, 10 y 15 centímetros de cada lado es decir 3 por lado (vea Imagen 3D #16 y #17) , para dar uniformidad al sándwich, estas serán las tapas que darán la sujeción a toda la celda.

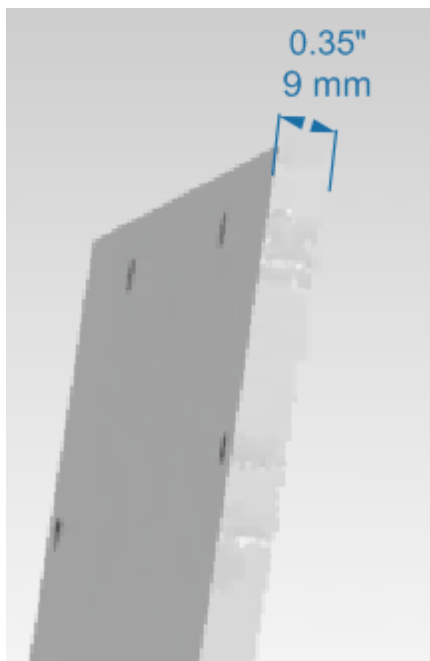


Imagen 3D #14
Acrílico agujeros
vista perfil

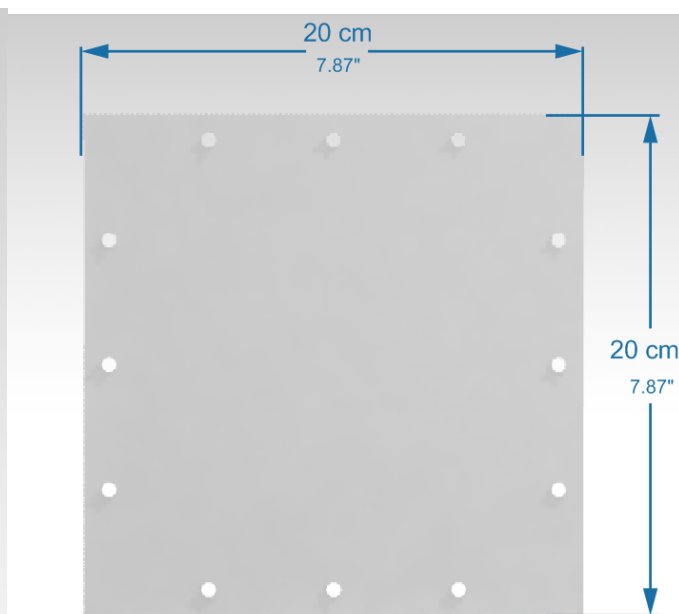


Imagen 3D #15
Acrílico
medidas

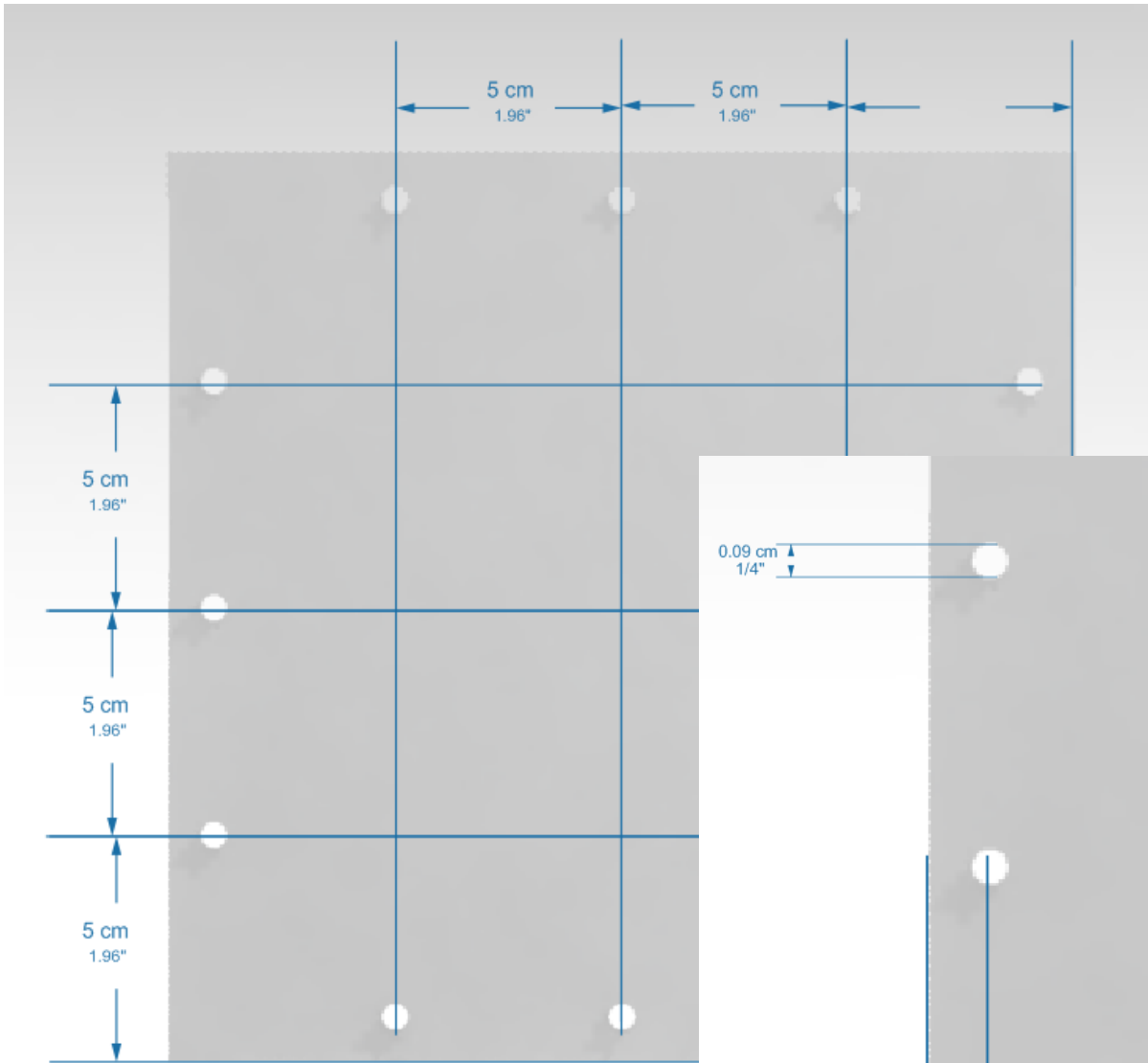


Imagen 3D #16 Acrílico, medidas equidistantes

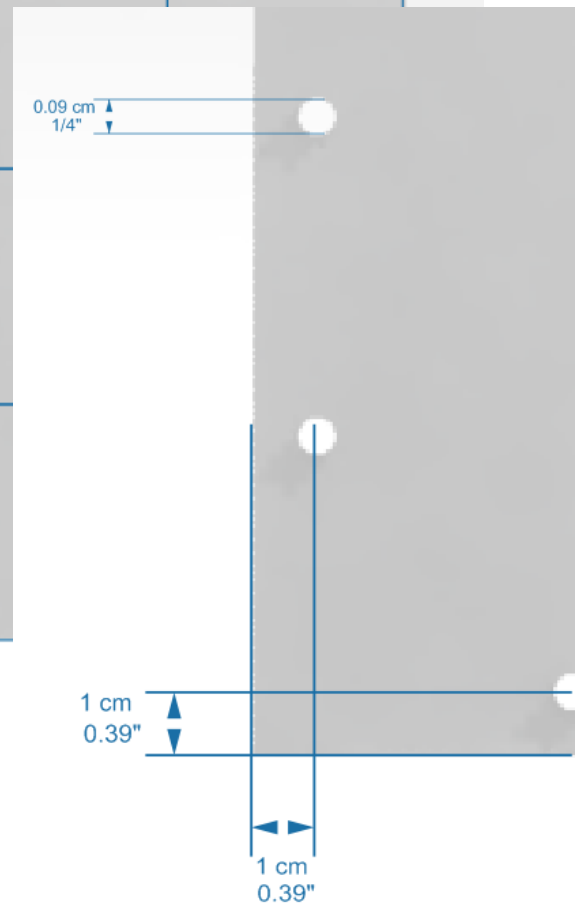


Imagen 3D #17
Acrílico, Posición y tamaño
de perforaciones

Y ahora a uno de los acrílicos habrá que hacerle una perforación con 2 tipos de broca para que den entrada al conector de neumática recto de rosca con una salida de 1/8", dicha perforación, cuyo centro de su diámetro se hallara a una distancia de 3.5 centímetros de ambos lados de cualquier esquina ya que nuestra pieza es simétrica vea la Imagen 3D #18.

La primera perforación que penetra totalmente la pieza será de 3/8" Seguida de una broca cónica dando un diámetro en la superficie de 1/2" cerciorándonos de que salga la rosca del otro lado del acrílico para poder girar la tuerca. El conector recto llevara un o-ring o también denominada junta torica de 3/8" de diámetro, este conector conviene ponerlo con silicón de juntas para motores y/o trasmisiones, deberás colocarlo cuanto antes, será el primer armado, presiona la rosca de la turca bien y deja secar un día el silicón, vea la Imagen 3D #19 Agujero del Conector recto.

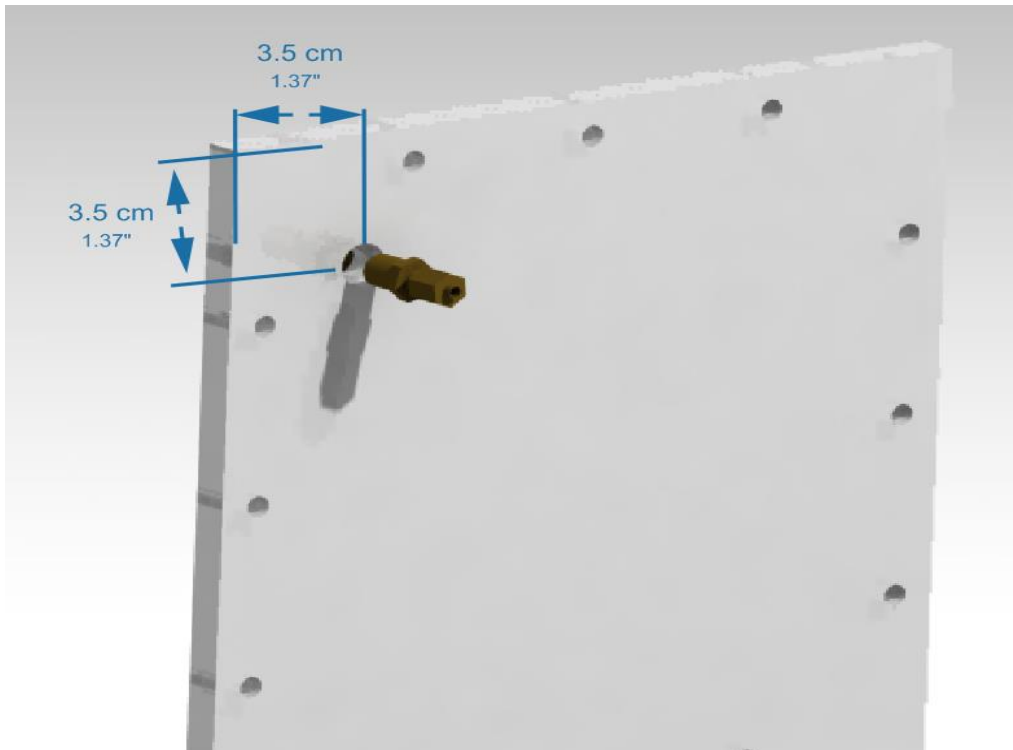


Imagen 3D #18 Distancia del Conector recto

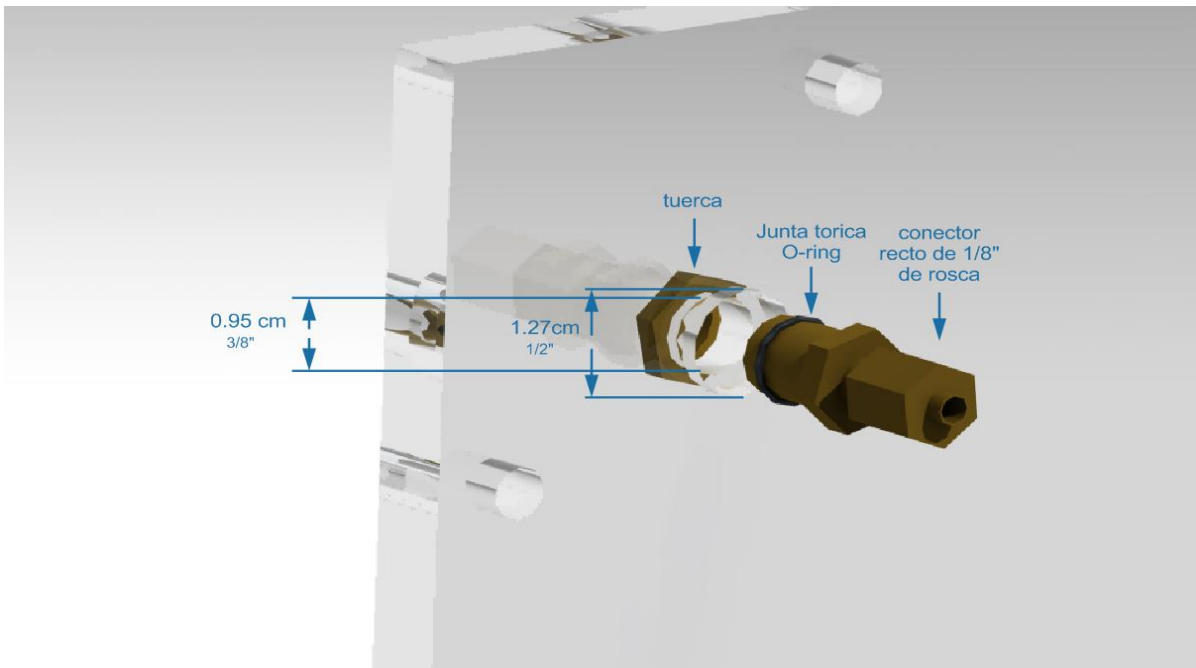


Imagen 3D #19 Agujero del conector recto

Ahora se presenta el diagrama de casi todo el ensamble en su vista lateral en la Imagen 3D #19, En la imagen eh diferenciado de colores plata y cobre las placas con carga eléctrica, también distinguidas por la saliente y eh dejado el color metal para las placas neutras, aquí se aprecia con detalle el orden o formación que deberán tener: iniciando de derecha a izquierda o viceversa el orden será simétrico; comenzando por un acrílico, luego una placa con carga eléctrica negativa seguida de tres neutras, después la placa con carga eléctrica positiva y otras tres neutras, al final cerrando con el acrílico.

Aprovechando la simetría de las placas, eh invertido el lado y girado la única placa con carga positiva dejando la saliente en otra cara de la celda para una más fácil instalación del cable y también por seguridad de algún corto, así tendremos el empalme de los cables con las placas con carga eléctrica más seguras.

Es muy importante que los orificios de todas las placas (con diámetro 5/8") coincidan, estas deberán ser orientadas a la misma esquina, pues si cambiaras a otra en diferente esquina existe el riesgo de que pueda explotar la celda.

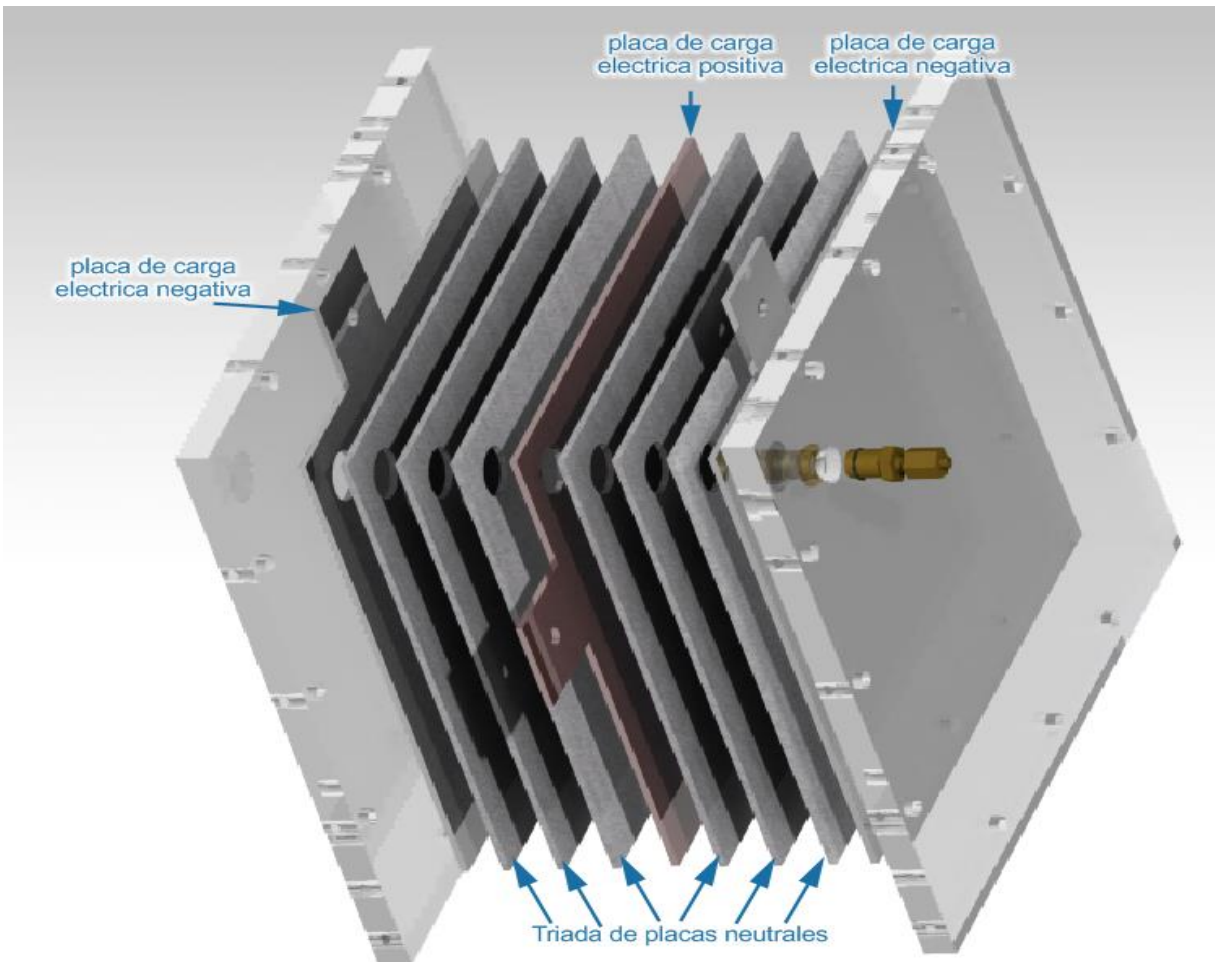


Imagen 3D #20 Orden de las placas

6.5 Juntas o Empaques

Las juntas o empaques serán las encargadas de hermetizar todo el sándwich estas irán intercaladas entre cada pieza: acrílicos y placas. Vea Imagen 3D #20 han sido coloreadas de rojo para evidenciarlas.

Esta forma de empaque no existe en el mercado, en algunas referencias ocupan el empaque de o-ring de un diámetro que se ajuste, pero causa desperdiciar mucha superficie de la lámina al no recubrir la mayor parte de esta, además que resulta más inseguro pues es más delgada.

El material se llama neopreno, se pide por metro (vea Foto#11) y hay de diferentes grosores para esta celda se ha ocupado un espesor de 1/8" y en una área de 60 centímetros será suficiente para hacer todas las piezas, se corta con la ayuda de un

estilete y regla, habrá que marcar bien las piezas con un plumón o lápiz todas serán iguales primero se cortan los cuadros del mismo tamaño de las placas de 17 centímetros por 17 centímetros, luego dentro de este cuadrado se hace otro cuadrado concéntricamente dejando un perímetro de 1.1 centímetros, vea en Imagen 3D #21. Cortar con mucho cuidado pues si pasas más el estilete esa pieza no servirá, pierde resistencia a la presión que se genera dentro de la celda

Necesitaremos 10 piezas iguales, una vez teniéndolas y al ir armando con las placas y los acrílicos será necesario un paño de microfibra, unos guantes de látex y alcohol isopropílico, ahora empezando en orden por una tapa limpiar detalladamente para eliminar polvo o algún residuo de grasa que se pudo haber dejado en todos los procesos anteriores, pues esto no ayudara para la electrolisis, también recomendable ver Imágenes 3D #22, 23 y 24.

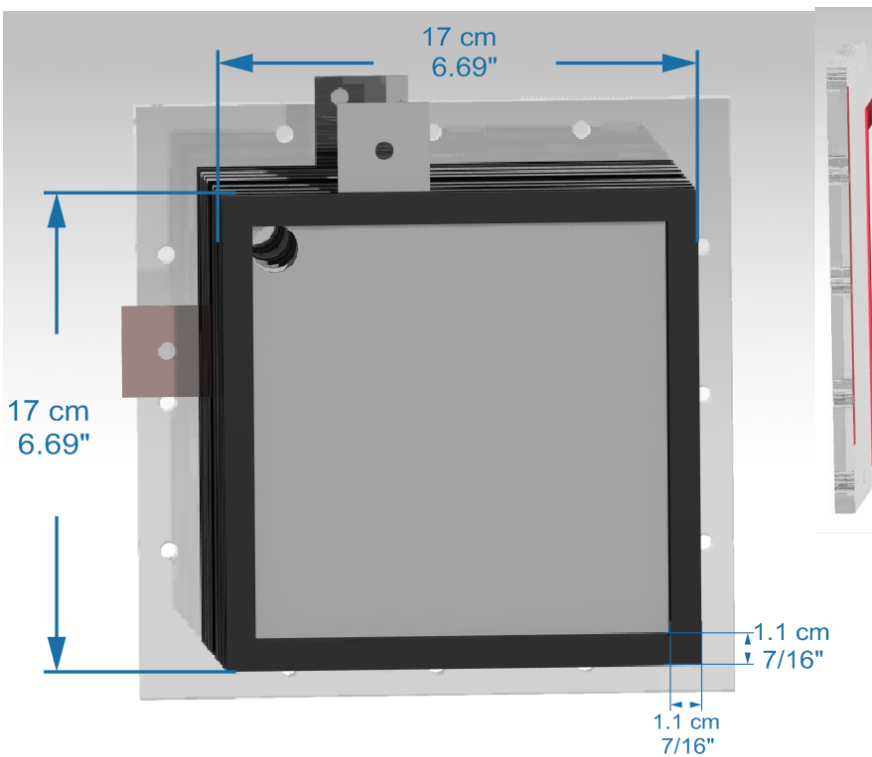


Imagen 3D #22 Vista de empaques frontal

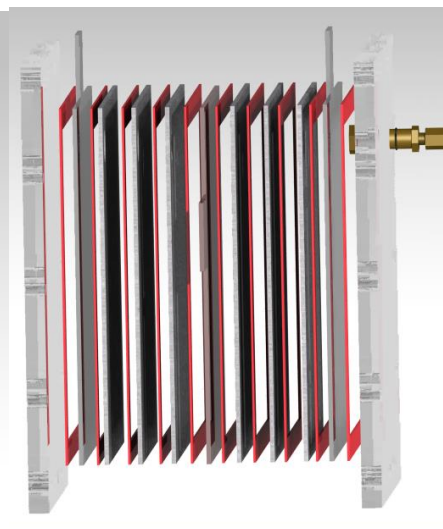


Imagen 3D #21
Vista de
empaques lateral

6.6 Tornillos y empaques

En una tienda de hules y empaques puedes obtener los empaques redondos del #3 son prácticamente del mismo tamaño que la rondana de estos necesitaremos 24 piezas y en ese mismo lugar venden manguera de neopreno (vea Foto#31) estas son despachadas por calibres y por metro, con un metro será suficiente de 3/8" de calibre, existen algunas que son muy rígidas estas no servirán, necesitamos una flexible pues esta manguera será cortada en tramos de 5 cm e irán dentro de los tornillos, solo cerciórate que primero haya pasado una rondana, un empaque y el acrílico el orden se muestra detalladamente en la Imagen 3D #22, 23 y 24.

La manguera puede ser difícil de introducir, basta con meter los tozos ya cortados en un vaso con agua caliente para que se ablanden y sea más fácil su inserción. Es importante no forzar y no llegar a maltratar la manguera, pues puede desgarrarse con facilidad en un mal movimiento.

La manguera de neopreno tiene la función de no hacer algún corto circuito en el contacto de los tornillos con 2 o más placas.



Foto#30 Neopreno por rollo



Foto#31 Manguera de neopreno

Los tornillos, rondanas y tuercas que necesitaremos podemos conseguirlos en cualquier tornillería: 12 tornillos de cabeza hexagonal M6 x 3.7" con 24 rondanas y 12 tuercas M6 respectivamente, vea Imagen 3D #22.

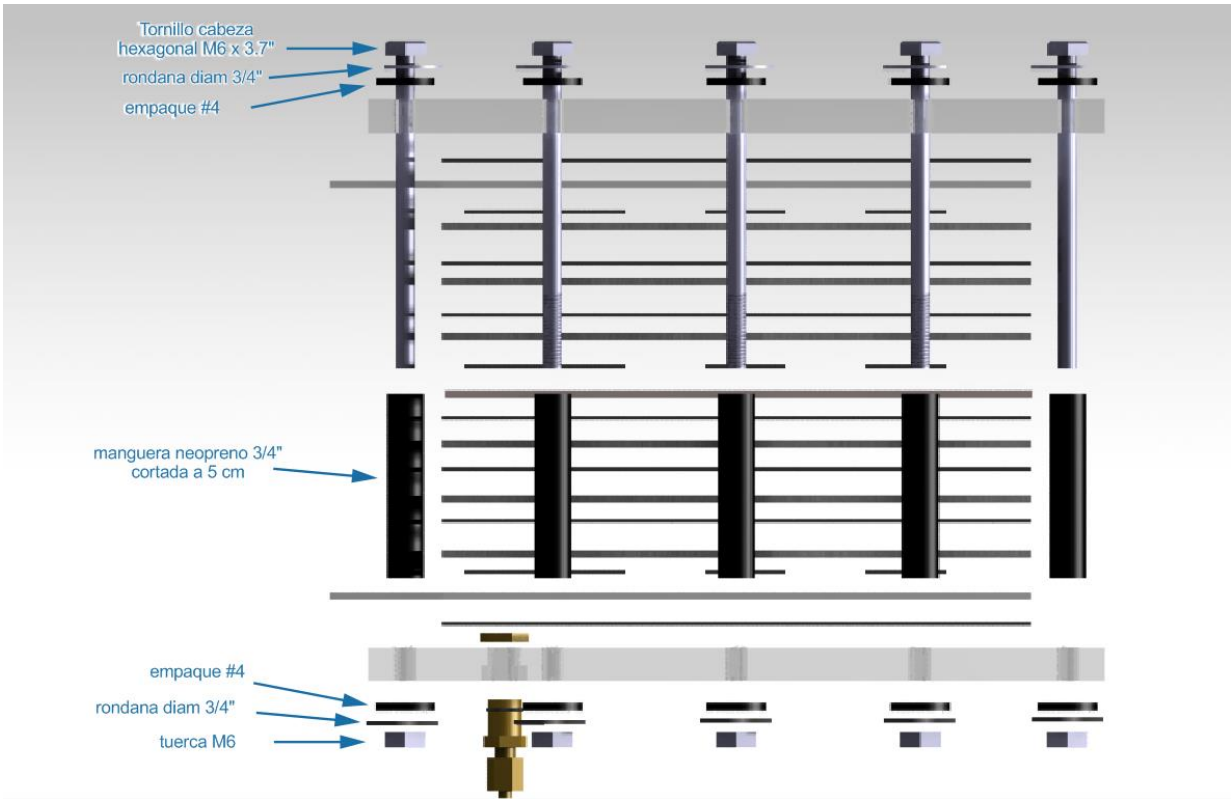


Imagen 3D #23 Tornillos vista lateral

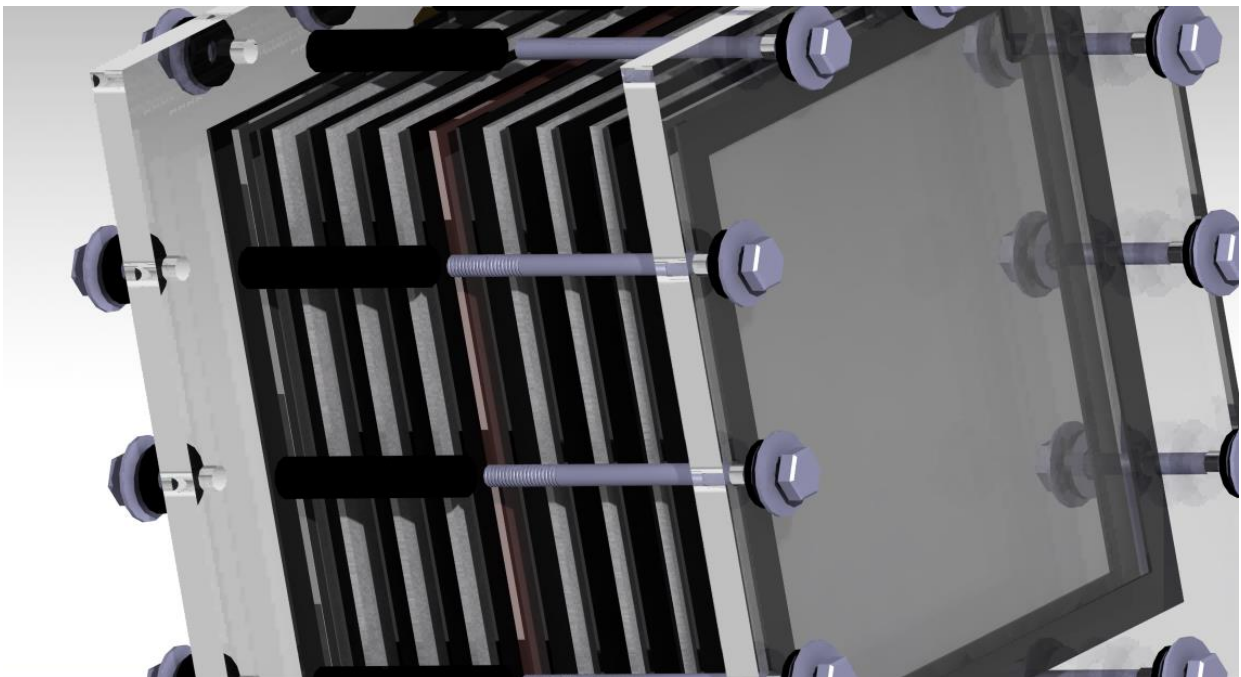


Imagen 3D #24 Celda vista isométrica

Ahora con la ayuda de unas llaves, perico y/o pinzas de presión aplica la misma fuerza en todos los tornillos y tuercas puedes ir observando la distancia de la cuerda restante de el tornillo, como se aplastan los empaques redondos y el empaque cuadrado de 17 centímetros se observa cómo se adhiere y toma otro color con el acrílico mientras va ajustando toda la pieza hasta que los empaques redondos se noten ligeramente aplastados.

6.7 Manguera y llenado

Para el llenado necesitaremos una jeringa con ajuga del calibre grueso puede ser una 22G, 20G, 18G o 16G preferentemente con una jeringa de capacidad amplia (20 ml), en un recipiente donde podamos meter la jeringa hasta el fondo preparamos el agua de garrafón o agua destilada con unos 750 ml bastara, disolvemos la sosa caustica que venden en tlapalerías o algunas ferreterías con 2 cucharaditas, añadimos y revolvemos bien ¡pero con cuidado! pues es muy corrosiva si cae en la piel la desase, unas gafas y guantes serán necesarias para tu seguridad, si se llega a derramar en usted enjuáguese lo más pronto posible con abundante agua.

Aproximadamente cada empaque puede contener unos 60 mililitros así que como tenemos 10 por llenar nos llevara unos 600 mililitros aproximadamente.

Revise en este momento que no tenga fugas, pues un goteo muy leve se convertirá en un chorro en cuanto se energicé la celda, pues aumentara la presión debido a la generación de los gases.

Algunos otros llegan a poner los electrolitos en el agua con sal o bicarbonato, pero la sosa hace más conductividad con menor porción en contenido además que se disuelve mejor en el agua.

Por último, se coloca la manguera de nylon de neumática de 1/8" esta se consigue junto con el conector recto en una tienda especializada de mangueras y conexiones. Aquí si es recomendable unas llaves mixtas pues un perico o llave de presión puede estorbar la sujeción del apretado del conector recto además que puede dañar el silicón para juntas de motor que se ha aplicado en el conector recto, las medidas de las llaves mixtas a utilizar son una estándar de 7/16 y otra milimétrica del número 10, detener con firmeza al conector recto con la llave estándar, es el lado más próximo que esta con el acrílico (esta ya no tiene que moverse en absoluto) y apretar girando

la parte donde se inserta la manguera de 1/8 con la llave milimétrica. Esta acción será necesaria para el llenado de la celda, quitar la manguera y llenar con la solución, aunque la sosa se queda en la celda será necesario revisar el amperímetro para saber si necesitara más sosa o puramente agua vea el apartado de química para mayor referencia Vea Imagen 3D #25.

Al final pude probarse energizando la celda y comprobando alguna fuga con la clásica solución de agua con jabón, es muy difícil que exista si todo lo ha hecho con cuidado, respetando las medidas mencionadas, quitando y ligando las rebabas de las placas y todas las observaciones de los empaques anteriormente mencionadas.

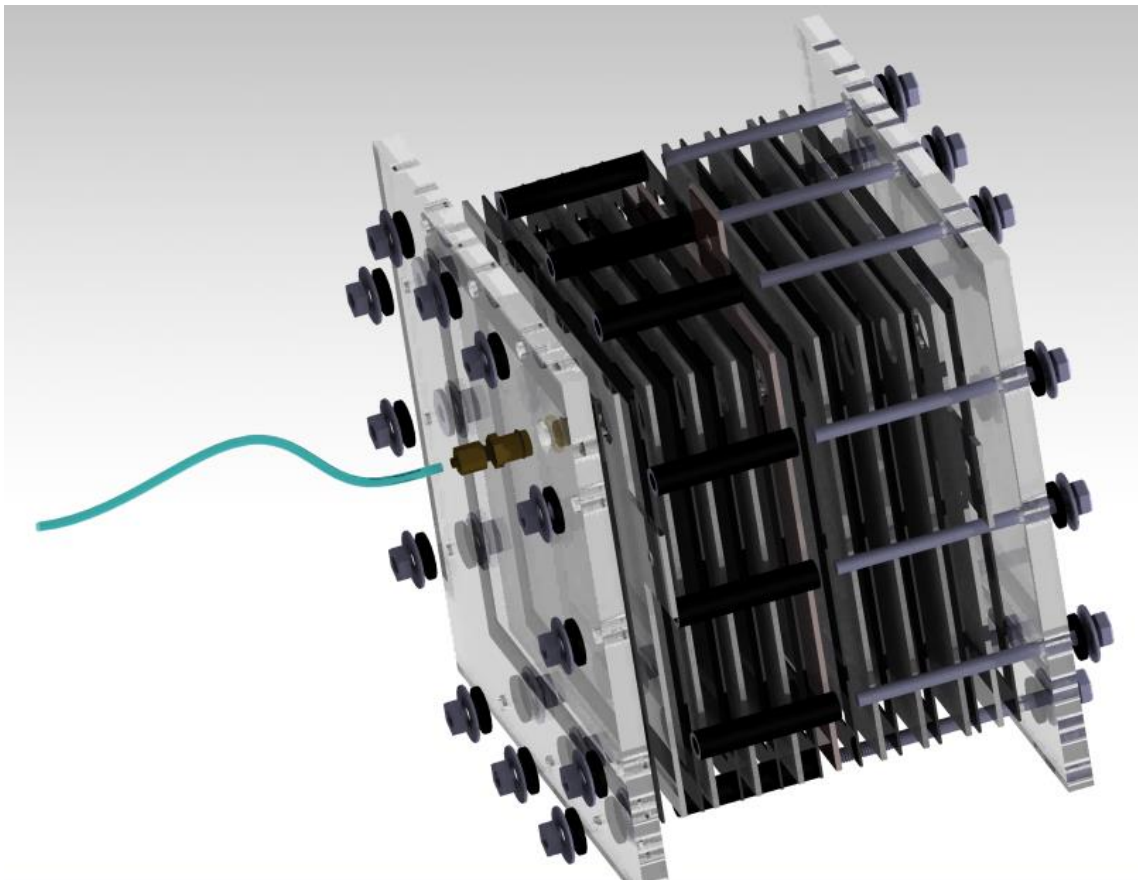


Imagen 3D #25 Celda completa

6.8 El burbujeador

Después de haber creado la celda un elemento indispensable e imprescindible será el burbujeador el cual llevara su conexión a través de la manguera que sale de el conector recto de la celda el cual brindara seguridad, hará las veces de una válvula antiretorno y también efectuara visible el flujo del gas que se distinguirá al burbujear el gas en el agua. El burbujeador es un frasco donde se almacenará temporalmente el gas hidroxilo el cual fluirá por la entrada de gas (ver Imagen 3D #26) y pasara por un tubo plástico conduciendo el gas de la conexión de la celda hasta sumergirse un decímetro aproximadamente en el agua contenida en el burbujeador el agua puede ser de garrafón o destilada, (se ocupa esta agua, pues el agua de la llave contiene cloro y puede estar contaminada o echada a perder). Luego de salir por el tubo plástico el gas que se acumula en la parte superior del burbujeador y saldrá por la única salida que tiene, el cual llevara el gas hidroxilo a nuestro siguiente componente.

Este envase es común en el área médica este en particular es el modelo 7600 de infra-medic se le conoce como humidificador desechable es puramente de polipropileno, realmente podría hacerse con cualquier botella mientras cumpla con el principio básico de burbujear, solo es importante que no almacene tanto gas hidroxilo para mayor seguridad. Una relación de 80% agua y 20% gas, lo ideal en caso de que el recipiente sea de 500ml aprox.

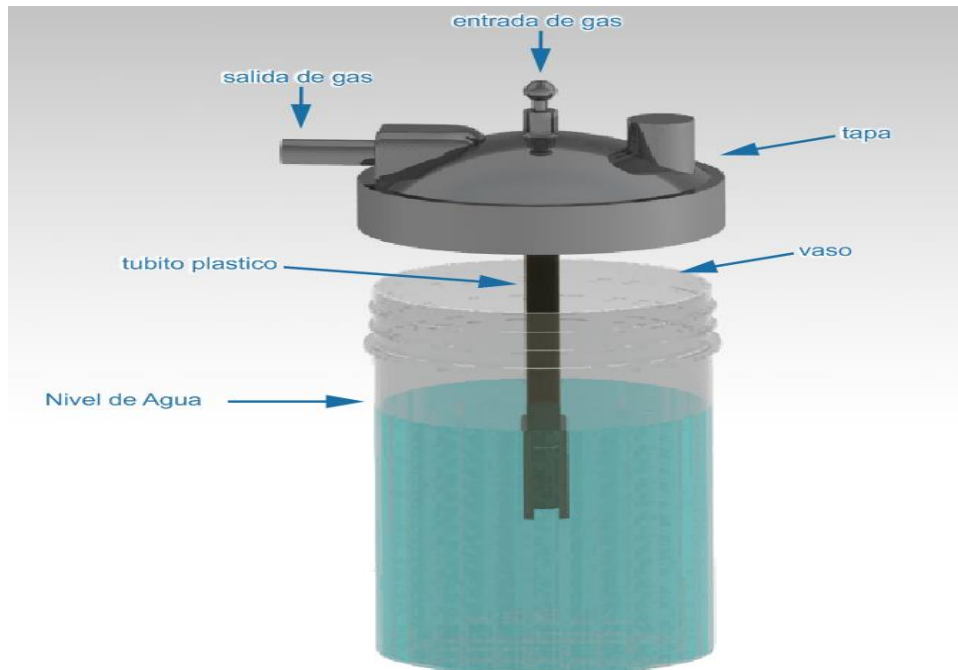


Imagen 3D #26 Vaso para oxígeno

Las conexiones para la entrada de gas del burbujeador serán: un tramo de 5 centímetros de manguera Dixon de 1/4", eh ocupado este tipo de manguera por su grosor y su rigidez, un conector recto de 1/8" push in o de montaje rápido, estas 2 piezas se consiguen en conexiones y mangueras de neumática y por ultimo un teton hembra con entrada de 3/8", este se obtiene en artículos de plomería, vea Imagen 3D #27. Recuerda sellar mejor las roscas con cinta teflón en el conector y para mayor aislamiento eh puesto unos cintillos plásticos para las conexiones de la manguera Dixon.

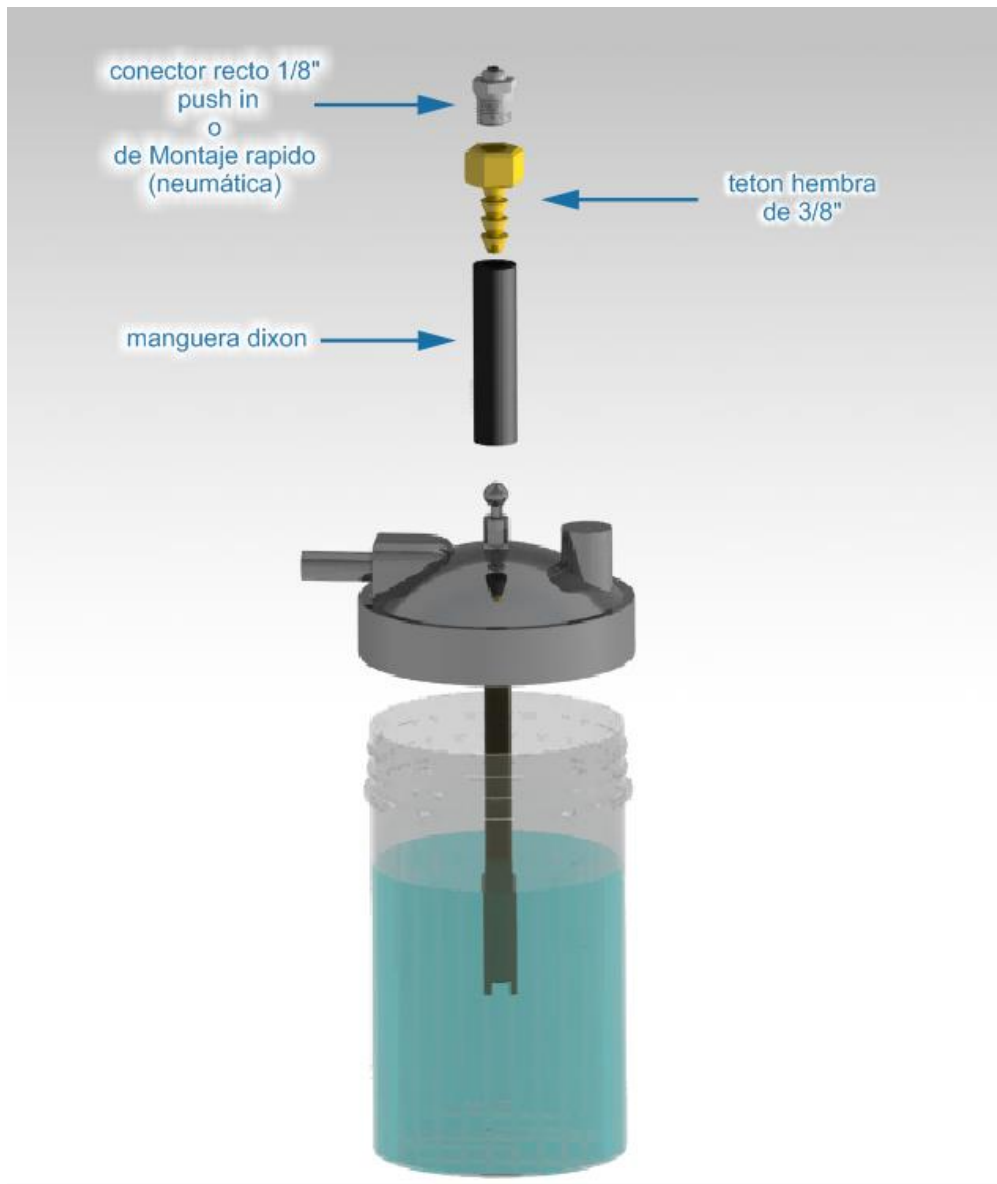


Imagen 3D #27 Conectando el burbujeador

6.9 El Manómetro y el Separador de Agua-Aceite

En la salida de gas del burbujeador con la ayuda de una manguera Dixon de $\frac{1}{4}$ " con un tramo de unos 5 centímetros nos dará la conexión hacia el teton hembra de $\frac{1}{4}$ " al cual se conectara el separador de agua y aceite seguido de un conector macho-macho de $\frac{1}{4}$ " para dar continuidad a una tee en la cual unira al manómetro.

El Manómetro nos permitirá revisar la presión que exista, con ello podremos rectificar si existe alguna fuga o si nuestra celda requiera más agua para trabajar, el manómetro que utilizaremos será de 14 psi, nuestra celda no alcanza ni la mitad de la capacidad de este, es algo difícil de conseguir solo en tiendas especializadas de manómetros o esporádicamente en alguna tienda de neumatica debido a que trabajan con presiones mayores.

En el flujo del sistema, conforme marcha el gas hidroxilado, por el calor, y por el agua con la que se trabaja el gas es propenso a tener cierta humedad o vapor, que al final no nos serviría en absoluto sino todo lo contrario, puede obstruir nuestro arrestallamas, oxidar el manómetro o perder intensidad en la llama, para ello colocamos el separador de agua-aceite, se instala justo antes del manómetro todo mediante un conector tee, y en la salida de esta tee instalaremos un conector teton macho de $\frac{1}{4}$ ", en ese orden, todas las conexiones como se muestran en la siguiente Imagen 3D #28. No olvidar poner teflón en las roscas.

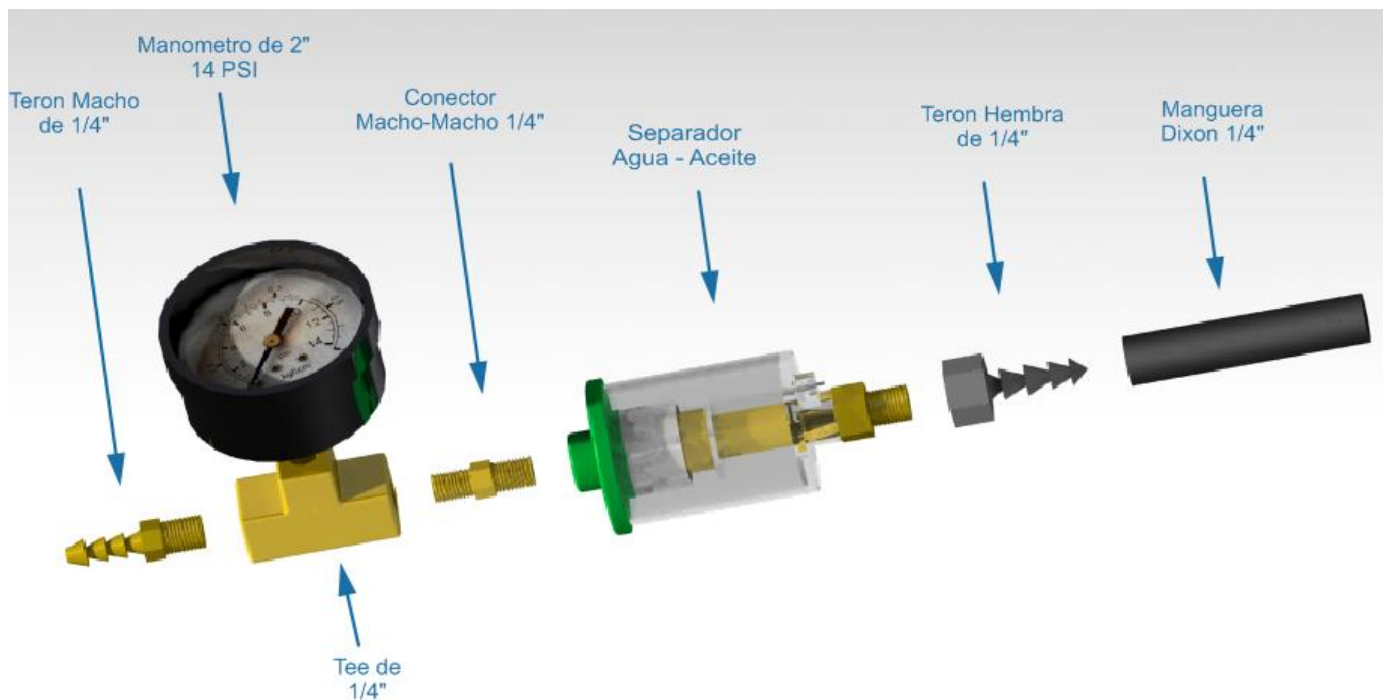


Imagen 3D #28 Conexión de Manómetro y separador de Agua y aceite

6.10 El Arrestallamas

En el mercado los venden los arrestallamas algunos forzosamente vienen por par, pero su costo es algo elevado sin embargo eh conseguido información de cómo realizar uno, estos son los materiales que lo componen en:

Tubo roscado galvanizado de 10 cm, 3/8" (se consigue en tienda de plomería)

Conector tetón hembra de 3/8" (se consigue en tienda de plomería)

Conector reductor de 5/8" a 3/8" (se consigue en tienda de neumática)

Imagen 3D #29

Malla de alambre muy fina (se consigue en tienda de ferretería y tlapalería)

Vidrio Molido (cualquier vidrio lo puedes destrozar con un martillo)

Arena fina (de preferencia arena de Cancún o cernir cualquier otra arena de manera que sea lo más fina posible) vea Foto#32

En el conector teton hembra y el conector reductor insertar 2 capas de la malla previamente cortadas al diámetro de la pieza en la parte donde se enroscara el tubo, esta malla servirá para retener el vidrio y la arena que se colocaran dentro del tubo galvanizado entonces agregar el teflón a las roscas del tubo galvanizado y enroscar uno de los conectores, luego en el volumen que existe dentro del tubo galvanizado cubrir hasta una cuarta parte de vidrio molido, luego la mitad de arena y rellenar con la otra cuarta parte de vidrio, llenar bien hasta el tope, luego deberás enroscar bien el otro conector. Ver Imagen 3D #29



Foto#32 Materiales del Arrestallamas

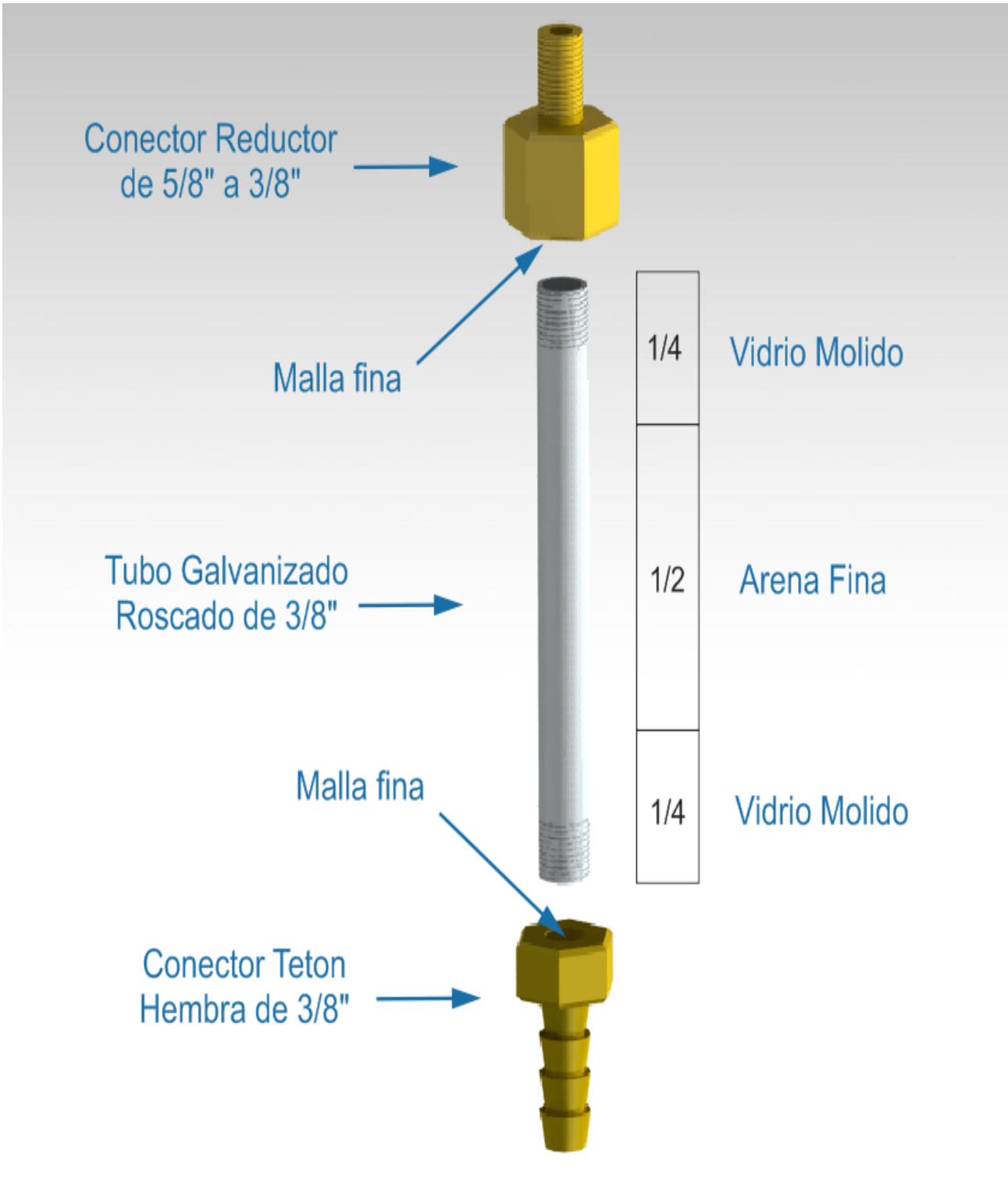


Imagen 3D #29 El arrestallamas

6.11 La Boquilla

La boquilla de cobre es un componente que se ocupa en el medio de la soldadura para los diversos gases que existen, es de cobre pues resiste la salpicadura al soldar y puede soportar el calor de la soldadura.

Para su conexión necesitaremos de otra pieza el cual se llama pasa reductor bushing de $\frac{1}{4}$ " a $\frac{1}{8}$ ", así conectaremos la llave de esfera la cual nos servirá para apagar la llama pero habrá que tener cuidado pues esa es su única función, de ninguna manera deberá estar o quedarse cerrada pues el sistema no tendrá salida y podría averiar cualquier pieza y explotar en alguna parte por la presión acumulada, esta también se unirá con un conector bushing para dar entrada a nuestro arrestallamas, de igual forma solo habrá que aplicar cinta teflón y enroscar bien.

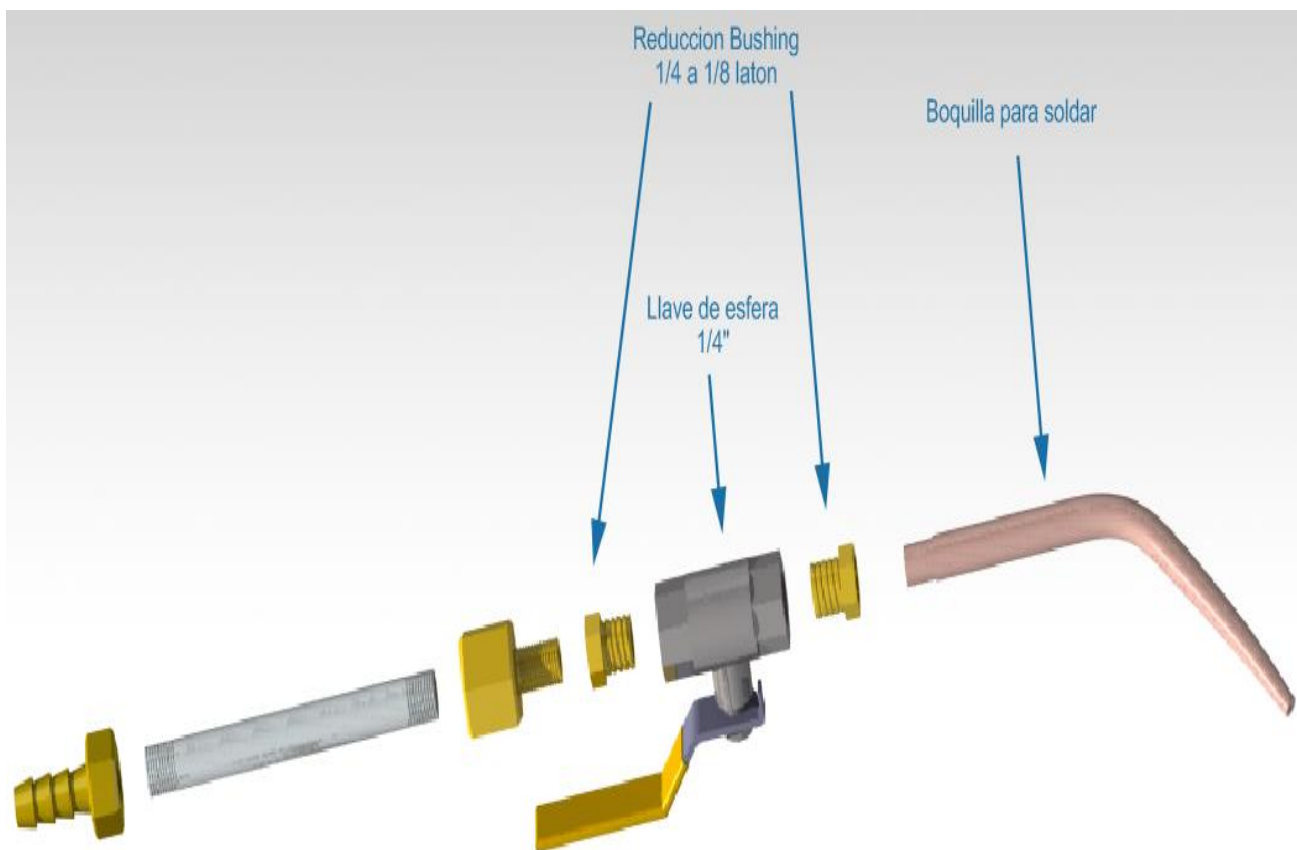


Imagen 3D #30 Conexión de la Boquilla al arrestallamas

Luego conectaremos el conector tetón hembra de 3/8" del arrestallamas a el teton de salida junto a la tee con ayuda de una manguera flexible para gas de 1/4" el tramo de esta se deja a consideración del uso que se requiera, en el ejemplo se ha dejado metro y medio, luego fijar bien con los cintillos plásticos de los empalmes de la manguera a dichas entradas. ¡Y listo tendremos armado nuestro soplete!

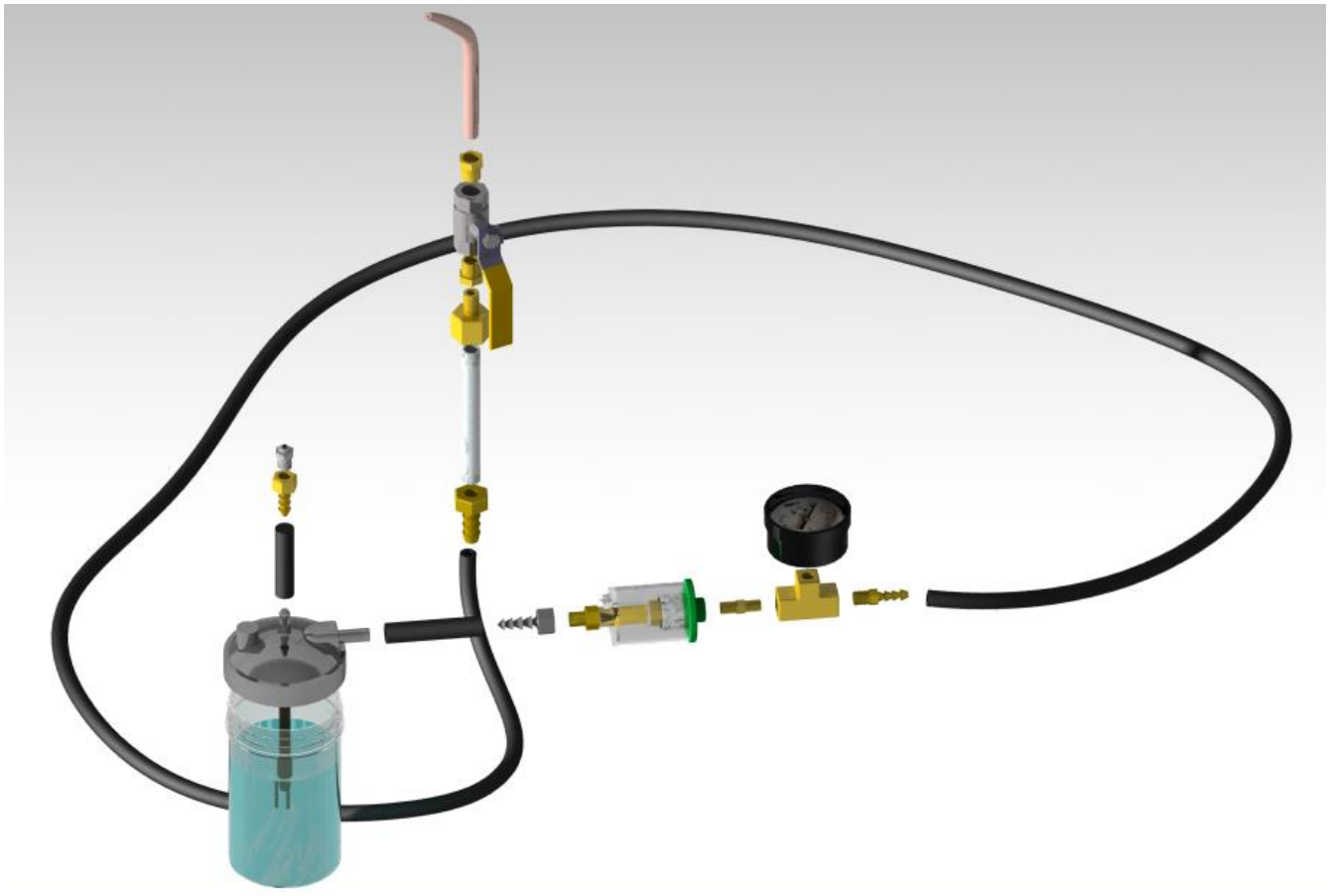


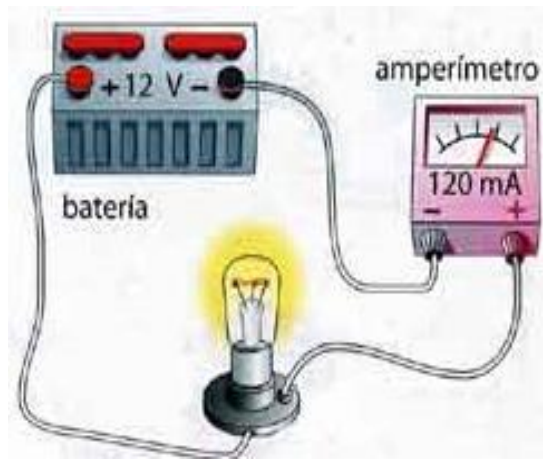
Imagen 3D #30 Visualización completa del burbujeador aditamentos y soplete

6.12 Amperímetro, Conectores eléctricos y cables

El amperímetro realiza mediciones de intensidad de corriente, este instrumento nos ayudara a saber si nuestra disolución electrolítica tiene los suficientes hidroxilos (OH) disueltos

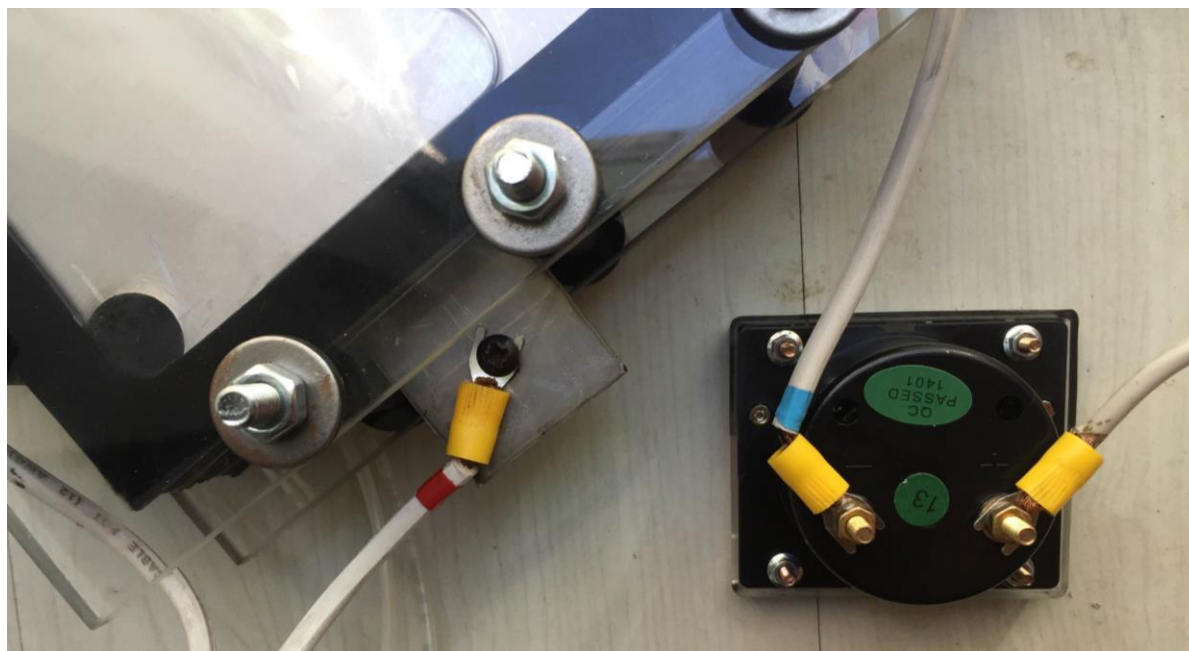
La forma de conexión será la siguiente el negativo de la batería o fuente ira al negativo del amperímetro, el positivo del amperímetro se conectará hacia las terminales negativas que hemos destinado en nuestra celda de hidrogeno

Y el positivo de la batería a la placa que hemos destinado para la positiva, es la placa central. Como se muestra en el dibujo #14.



Dibujo#14 Conexión del Amperímetro

Los cables que usaremos serán calibre 10, junto con las terminales para cable adecuadas, en este caso es la medida de 6.4 milímetros, estas se meten al cable y se ponchan por medio de unas pinzas para luego atornillarlas con un tornillo y su tuerca En la foto #33 se muestra de cómo queda ya instalado:



Foto#33 Terminales eléctricas instaladas



Foto#34 Celda y soplete

Webgrafía de Marcometológico

Alcántara Vigil Pedro, D. H. (s.f.). *www.academia.edu*. Obtenido de Celda de Hidrogeno:
http://www.academia.edu/7989421/Celda_de_Hidrogeno

Angelito, E. (9 de Agosto de 2012). *ARRESTALLAMAS O FLASH BACK PARA HHO.- ARRESTER OR FLASH BACK FOR HHO*. Obtenido de
<https://www.youtube.com/watch?v=-F64gvRLcWc>

CURSO "EXPERIMENTAMOS CON LAS CIENCIAS". (s.f.). Obtenido de
<http://iesalcrebite.es/wp-content/uploads/2014/05/tecnologia/curso%20ciencias/herramientas/Aparatos%20para%20medidas%20el%E9ctricas.htm>

Ecología, H. A. (11 de octubre de 2012). *CONSTRUCCIÓN GENERADOR DE HHO*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=kKoFh8M33oQ>

H2, G. D. (21 de septiembre de 2012). *Diseño de celda seca 50% de eficiencia DRY CELL en Autocad*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=1isO1RWcbf8>

leonseltek. (1 de enero de 2015). *Descripción de instalación de celda de HHO*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=EIALoask6IY>

Lopez, M. (s.f.). http://tecverde.mex.tl/895018_Armado-De-Celda-Dry.html.

Riego, L. F. (2016). *Agrupasuma*. Obtenido de <http://agrupasuma.com/page/12-cosas-sobre-kits-hho>

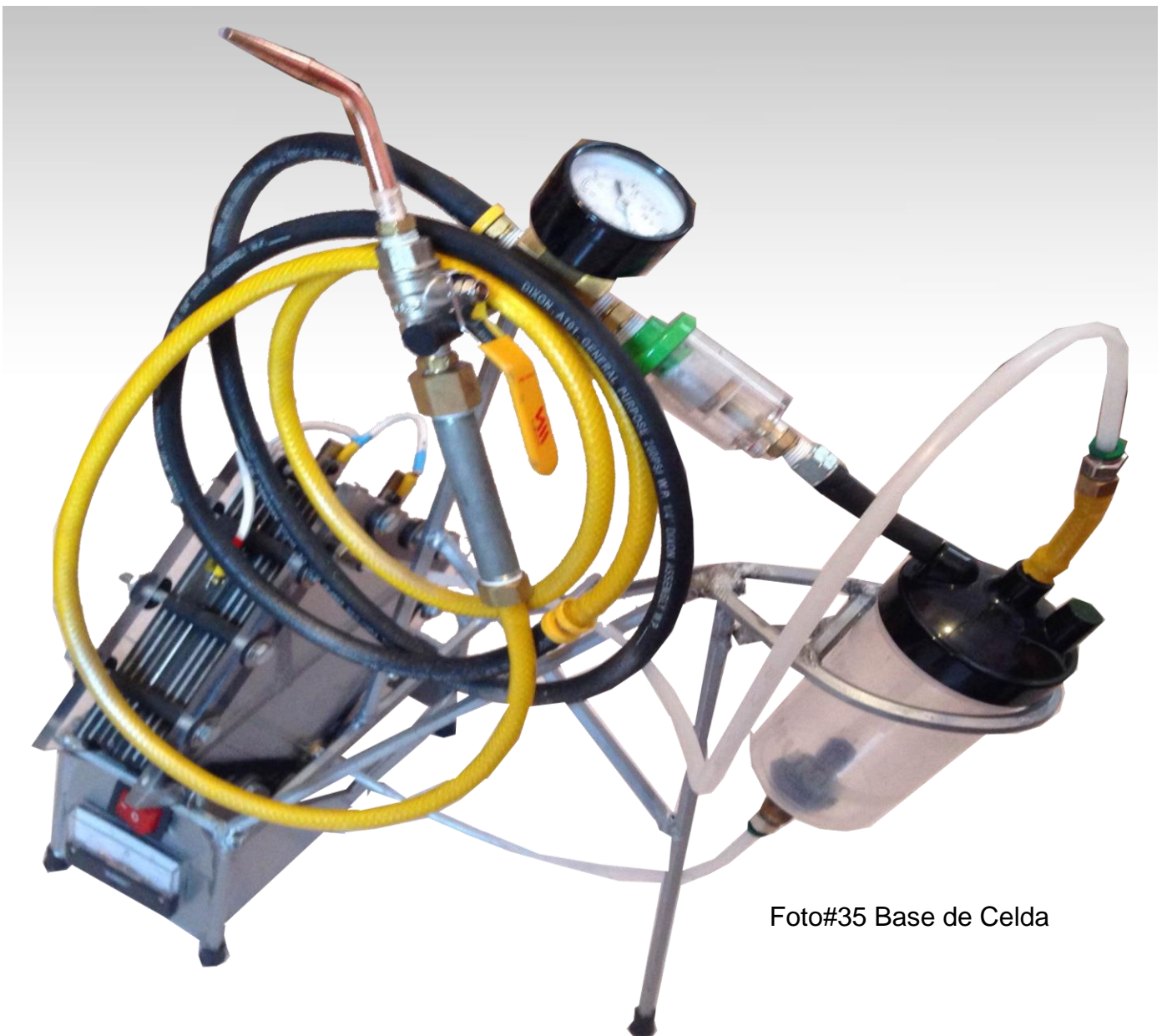
TecnoDesarrollos. (17 de febrero de 2014). *Combustible gratis (Diseño de celda HHO para producir Oxigeno e Hidrogeno)*. Obtenido de
<https://www.youtube.com/watch?v=NPspoNzXLOk>

woodpecker1311. (23 de octubre de 2008). *How tu build a drycell electrolyzer English vers*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=5DJDKYXmIWM>

7. Conclusión y Recomendaciones

Una vez armado todo el proyecto se ha cumplido con los objetivos pues se ha analizado toda la información necesaria.

También se ha construido una base para su sujeción, por seguridad y un mejor uso, la cual incluye en su diseño el apagador y el amperímetro, permitiendo un uso adecuado y otorgando la altura necesaria para el burbujeador y sus otros componentes. Ahora que se puede encender la antorcha de gas hidroxí y verificar con la teoría analizaremos algunos resultados obtenidos en su desempeño.



Foto#35 Base de Celda

Al preparar la sosa y el agua, en efecto se puede percibir el calor que emana de la reacción, luego, aunque no es posible ver la molécula en su transformación de agua a gas, comprobamos que en realidad con el funcionamiento el agua se va consumiendo por medio de la flama y que la sosa caustica se mantiene dentro de la celda.

Sin duda alguna la flama alcanza temperaturas muy altas, aunque es pequeña. Sería interesante ver cuantos grados centígrados alcanza en su esplendor, pero no contamos con termómetro infrarrojos. Se ha alcanzado el rojo vivo en poco tiempo sobre diferentes metales que se probaron como: níquel, fierro, cobre y acero, inclusive derrite el aluminio, aunque en muy pocas proporciones, pero para soldar tuberías ha sido idóneo, el estaño lo derrite excelentemente. También se pudo probar de otra manera; al ocasionar la acumulación de hidrogeno y luego al ocasionar su explosión podemos escuchar un estallido de su tremendo poder explosivo.

En las latas de aluminio se observa como las corta en seguida de tocarlas.

Se ha probado con 3 diferentes soluciones de NaOH para observar su comportamiento ante el amperímetro y el manómetro donde:

Para la solución normal en un litro un quinto ocupamos 28.76 g de NaOH, cantidad que se disuelve en la primera muestra.

	1	2	3
NaOH grs.	125	80	110
Amp.	30	19	26
bar	0.24	0.18	0.22

Tabla#11 Tres diferentes disoluciones

Al ocupar la solución normal el amperaje se eleva mucho, calentando los cables, al igual que la celda, se continuo y se elaboraron las otras disoluciones.

En conclusión, la tercera muestra fue la solución que resulto mejor para la fuente eléctrica en la que se probó (toma de corriente de automóvil), donde no excedía los amperes que puede demandar dicha fuente.

Las boquillas que se han probado han variado el tamaño y dispersión de la flama, se ha probado con tres boquillas y al variar el orificio produce flama distinta; el que es más reducido provocaba que la llama se generaba con la forma de un sable, alargada

y delgada y entre el orificio era más grueso la flama era más pequeña y gruesa. Se han clasificado así:



Orificio grueso - Boquilla para soldar



Orificio mediano - Boquilla cuello de ganso para soldar



Orificio delgado - Pico de quemador de cocina

Foto#36 Diferentes boquillas

Al realizar la prueba con el multiamperímetro. Se analiza que trabaja con un total de 11.5 V en la fuente de batería de coche que corre en circuito a la celda, También revisamos que entre las placas existe un voltaje repartido de 2.4 V el cual es uniforme entre cada una de ellas. Según los mejores constructores de celdas el voltaje tiene que estar alrededor de 2.2 V, esto puede variar dependiendo la solución con la Sosa Caustica, la separación de las placas, la temperatura, el tamaño de la placa, el grosor de la placa y por último la fuente de alimentación, entonces queda revisar estos valores para acercarse a una producción optima mediante la medición y el control de estas variables concluimos que el voltaje es adecuado cuando varia de 2 a 2.5 V según las fuentes previamente citadas.