



3.3.3 Composición del agua: electrólisis y síntesis

ENP 6— COLEGIO DE QUIMICA TURNO MATUTINO

1. Datos generales

Asignatura:	Química III
Autores:	<ul style="list-style-type: none">• Yolanda Castells García• Carlos Morales Valladarez
Población:	ALUMNOS DE 5° DE BACHILLERATO
Unidad en la que se inserta:	UNIDAD III. AGUA, ¿De dónde, para qué y de quién?
Duración:	Cinco sesiones de 50 minutos
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">• Conocer la composición del agua mediante la electrólisis.• Reafirmar conceptos como de molécula, ion, electrólitos, no electrólitos.• Síntesis del agua
Contenido temático:	3.3.3 Composición del agua electrólisis y síntesis

SÍNTESIS DEL AGUA

OBTENDRAN HIDROGENO Y ELECTRICIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES: UNAM

Ante la degradación ambiental del planeta, y una más que probable crisis energética en el futuro, investigadores de la Unidad Académica Juriquilla del Instituto de Ingeniería (II) de la UNAM, trabajan en el desarrollo de una nueva tecnología para obtener energía eléctrica sustentable, hidrógeno como combustible, y agua limpia, a partir del tratamiento del líquido residual, con bacterias presentes en el medio ambiente.

En las plantas tradicionales, la materia orgánica que causa la contaminación es degradada por bacterias. Si el proceso es aerobio se inyecta aire para permitir la oxidación y así se obtiene dióxido de carbono, agua y más microorganismos. Si es anaerobio no se requiere aire; en este caso, se transforma en metano, dióxido de carbono y más bacterias.

En estas reacciones ocurre una transferencia de electrones, llamadas reacciones de óxido-reducción, porque en ellas hay sustancias que se oxidan y otras que se reducen.

Ante la interrogante de qué sucede si, en lugar de transferir los electrones en las reacciones químicas, las bacterias los transfieren a un ánodo, que es un electrodo negativo, Germán Buitrón Méndez, coordinador del Laboratorio de Investigación en Procesos Avanzados de Tratamiento de Aguas (LIPATA) de la unidad académica, explicó que se generan electrones que pueden ser 'cosechados'.

Este proceso se puede llevar a cabo en una celda de combustible microbiana, dispositivo que puede convertir, mediante microorganismos, energía bioquímica, en eléctrica. Para obtenerla, las bacterias transfieren electrones desde un donador de éstos, como el agua residual (materia orgánica), a un aceptor de electrones, como el oxígeno.

En esas celdas, las bacterias no los transfieren directamente a un aceptor final de electrones característico, sino a un electrodo, es decir, a un ánodo. Posteriormente pasan, a través de una resistencia u otra carga, a un cátodo, por lo que los electrones generados en la reacción son "cosechados" y convertidos directamente en energía eléctrica. El carbono orgánico es transformado en dióxido de carbono.

Para cerrar el ciclo, los protones migran hacia el cátodo en aerobiosis, donde se combinan con el oxígeno para formar agua. "Nuestro objetivo es obtener, a partir del tratamiento de las residuales, líquido limpio, pero también otros productos. Con el tratamiento convencional se obtiene, por medio del suministro de energía, agua tratada. Con esta nueva tecnología logramos un valor agregado: energía eléctrica, hidrógeno y metano".

Buitrón Méndez y sus colaboradores mantienen permanente colaboración con Katy Juárez, del Instituto de Biotecnología, campus Morelos, de la UNAM (quien trabaja con bacterias del género *Geobacter*); con investigadores de la Arizona State

University en Estados Unidos, y con integrantes del Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), todos relacionados con temas de este proyecto.

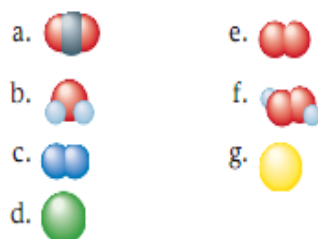
Creando un modelo para la molécula del agua

El agua la sustancia más abundante en la superficie de nuestro planeta, podemos fácilmente pensar que es un líquido común y simple. Las siguientes actividades tienen la finalidad de descubrir que el agua es una sustancia compuesta y no un elemento, como se pensaba desde la Antigüedad.

Actividad: 1 ¿Elemento, compuesto, ión?

Nombra cada uno de los siguientes modelos como un elemento atómico, un elemento molecular o un compuesto, o ión.

- a) _____
 b) _____
 c) _____
 d) _____
 e) _____
 f) _____
 g) _____



PARA SABER MAS...

▲ MOLÉCULA

es la partícula más pequeña que presenta todas las propiedades físicas y químicas de una sustancia.

Las moléculas se encuentran formadas por dos o más átomos.

Los átomos que forman las moléculas pueden ser iguales (por ejemplo, la molécula de oxígeno, que cuenta con dos átomos de oxígeno) o distintos (la molécula de agua, que tiene dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno).

▲ EL AGUA

El agua es inodora, incolora, e insípida, es decir, no tiene un olor propio, no tiene color ni sabor.

Casi la totalidad de los procesos químicos que suceden en la naturaleza, así como los que se llevan a cabo en laboratorios y en la industria, tienen lugar entre sustancias disueltas en agua.

▲ DESCUBRIMIENTO

Henry Cavendish descubrió en 1781 que el agua es una sustancia que está compuesta y que no es un elemento, como en

Actividad: 2 Elaborando nuestra propia molécula del agua

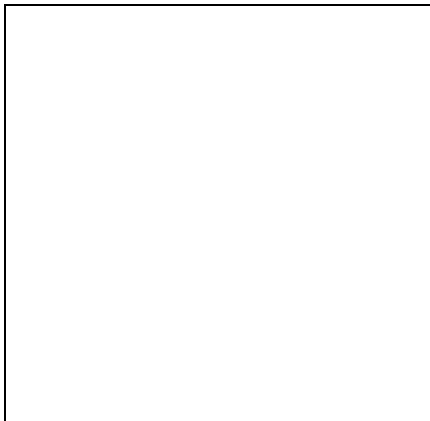
De la actividad anterior ¿Cuál modelo es el más adecuado para representar una molécula del agua?. Fundamenta tu selección relacionándola con alguna propiedad física o química.

la antigüedad se creía.

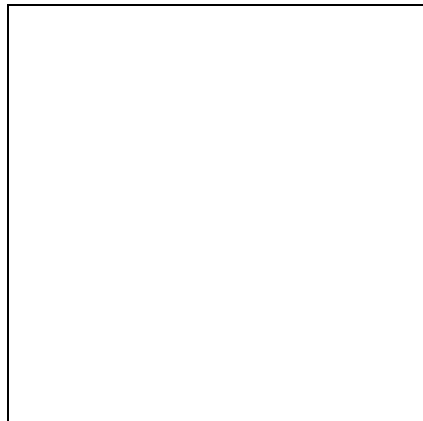
Antoine Laurent de Lavoisier (químico destacado en diferentes temas de la química) descubrió que el agua estaba formada por dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno.

Actividad: 3 Revisando nuestra molécula de agua

Una muestra de agua contiene una gran cantidad de unidades individuales (llamadas moléculas), cada una de ellas está compuesta de _____ átomos de _____ y _____ cuya fórmula es _____ y que puede ser representada como:



ó



En este modelo las letras corresponden a los átomos y las líneas son las uniones entre los átomos llamados _____

▲ AGUA COMO DISOLVENTE

El agua es un disolvente polar, disuelve bien sustancias iónicas y polares, como la sal de mesa (cloruro de sodio).. Esta cualidad es de gran importancia para la vida.

Esta selectividad en la disolución de distintas clases de sustancias se debe a su capacidad para formar puentes de hidrógeno con otras sustancias que pueden presentar grupos polares, o con carga iónica.

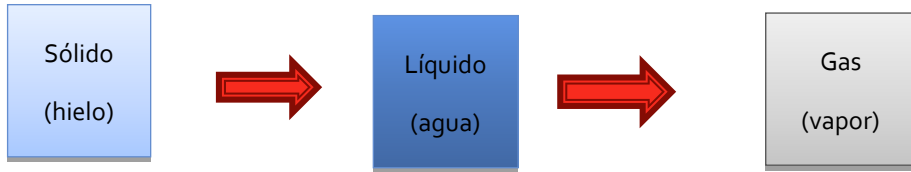
Las moléculas de agua pueden disolver sustancias salinas que se disocian formando disoluciones iónicas.

En las disoluciones iónicas, los iones de las sales orientan, debido al campo eléctrico que crean a su alrededor, a los dipolos del agua, quedando "atrapados" y recubiertos de moléculas de agua en forma de iones hidratados o solvatados.

Algunas sustancias, sin embargo, no se mezclan bien con el agua, incluyendo aceites y otras sustancias hidrofóbicas.

Actividad: 4 Manipulando nuestra molécula de Agua

Con el modelo realizado, dibuja que ocurre a nivel molecular cuando el agua es sometida a los siguientes cambios?



¿Lo que ocurre es un cambio físico o químico?

Explica la diferencia entre un cambio físico y químico



▲ AVOGADRO

En 1814 Avogadro admitió la existencia de moléculas formadas por dos o más átomos. Según Avogadro, en una reacción química una molécula de reactivo debe reaccionar con una o varias moléculas de otro reactivo, dando lugar a una o varias moléculas del producto, pero una molécula no puede reaccionar con un número no entero de moléculas, ya que la unidad mínima de un reactivo es la molécula. Debe existir, por tanto, una relación de números enteros sencillos entre las moléculas de los reactivos, y entre estas moléculas y las del producto.

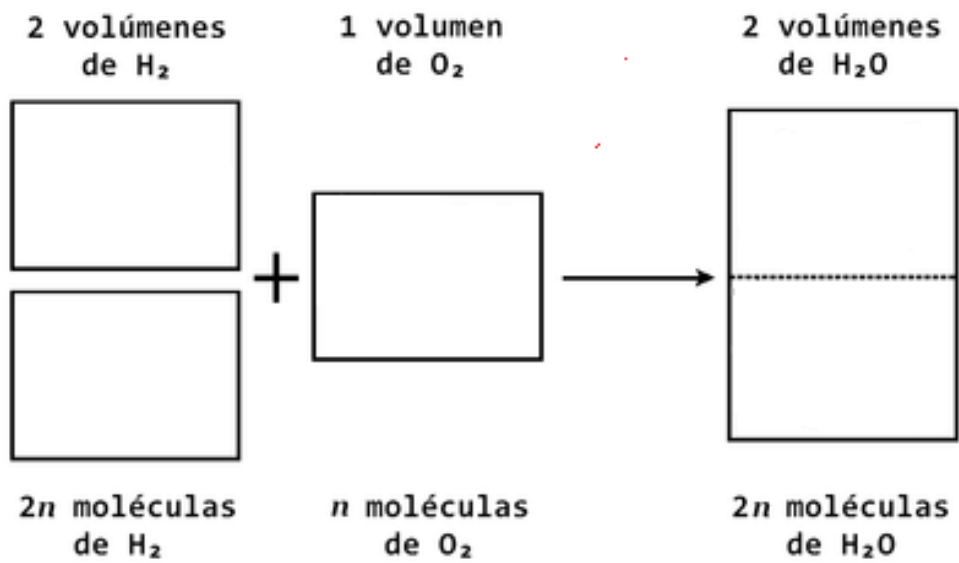
▲ LEY DE AVOGADRO

"Volúmenes iguales de distintas sustancias gaseosas, medidos en las mismas condiciones de presión y temperatura, contienen el mismo número de moléculas".

Actividad: 5 Sintetizando moléculas de agua

Experimentalmente se ha comprobado que dos volúmenes de gas hidrógeno molecular reaccionan con un volumen de gas oxígeno para obtener dos volúmenes de agua (de acuerdo a lo establecido en la Ley de Avogadro).

Elabora un esquema de la síntesis de tu molécula de agua, considera que en cada volumen de gas hay seis moléculas.



¿Las moléculas obtenidas, corresponden a una molécula de agua?

En la reacción de síntesis del agua, ¿Qué relación guarda el volumen de gas con la cantidad de moléculas?

Experiencia 1 “Una manera de producir Agua”

Materiales

- 1 vaso de precipitado de 250 ml
- 1 mechero
- Servilleta

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL.

- Limpia un vaso de precipitado con una servilleta seca, hasta que brille de limpio.
- Mantén el vaso invertido arriba de la flama de un mechero, durante un lapso de 5 a 10 segundos
- Retira el vaso, y responde las siguientes preguntas:

a) ¿Que es lo que sucede en la superficie interior del vaso?

b) ¿De que elementos o compuestos se formó el agua?

c) ¿De donde provinieron?

Mediante trabajo en equipo elabora las posibles reacciones que sucedieron en el experimento pasado para producir agua.

Presentalas en forma grupal, y selecciona la correcta en la combinación de hidrógeno y oxígeno para obtener agua

Con base en lo anterior responde las siguientes preguntas:

- a) ¿Que expresa una reacción química balanceada?
- b) ¿Por qué es importante que los subíndices sean correctos?
- c) ¿Es lo mismo H_2O y H_2O_2 ?
- d) ¿Qué sucede si un coeficiente es erróneo? ¿Qué ley no se está cumpliendo?

¿Qué tipo de reacción es la que se llevó a cabo?

Explica mediante estructuras de Lewis (diagramas de punto) la formación y ruptura de enlaces químicos durante la síntesis química del agua

Elabora un mapa conceptual, donde incluyas los siguientes conceptos químicos

<ul style="list-style-type: none">• átomo• Elemento• Sustancia química pura• Enlace ionico	<ul style="list-style-type: none">• Compuesto• Molécula• Mezcla• Enlace químico• Enlace covalente	<ul style="list-style-type: none">• Ión• Electrones• Protones• Neutrones• Enlace metálico
---	---	---

ELECTROLISIS DEL AGUA

Introducción o marco teórico en el que se sustenta la secuencia

Gases explosivos en baterías

El un manual para el manejo de baterías de automóvil indica la siguientes advertencias de seguridad:

El manejo y servicio de las baterías implica dos sustancias peligrosas: Ácido Sulfúrico y Gas Hidrógeno.



PARA SABER MAS..



La solución electrolítica de la batería es un ácido fuerte y peligroso que puede producir quemaduras tanto en la ropa, como en la piel y sobre todo en los ojos; por ello es necesario un manejo cuidadoso, evitando posibles



derrames.

Cuando el electrolito salpica los ojos, abra al máximo los mismos, si es necesario a la fuerza; llénelos con abundante agua fría y bien limpia, por quince minutos aproximadamente.

Visite al médico inmediatamente ; no aplique ninguna clase de gotas para los ojos o algún otro medicamento, si no es recomendado por el médico.

Si por algún motivo se debe preparar electrolito, vierta el ácido concentrado en el agua lentamente, **¡no el agua en el ácido!**; siempre que se mezcla ácido con agua, se genera calor (reacción exotérmica). Si el ácido (Electrolito) se riega sobre el piso u otros objetos, limpie el derrame con abundante agua inmediatamente.



Gases de hidrógeno y oxígeno se producen durante la normal operación de la batería; **estos gases se escapan** a través de los orificios de las baterías, **formando una atmósfera explosiva a su alrededor**; las chispas o llamas pueden encender este gas y ocasionar una peligrosa explosión en la batería.



Es inseguro conectar la carga directamente a la batería; cualquier chispa podría causar explosión en ésta, por la presencia de gases. Utilice gafas de seguridad, máscara protectora, guantes y ropa especial, cuando trabaje con baterías.

Las siguientes precauciones deben ser observadas para evitar la explosión de una batería, hecho que puede originar lesiones

▲ ELECTRÓLISIS

Procede etimológicamente de "electro" (electricidad) y "lisis" (desatar o romper).

Es un proceso donde se separan los elementos del compuesto que lo forman.

Hace referencia al hecho de romper enlaces químicos por acción de la electricidad, pasando una corriente eléctrica por un electrolito.

Es un un sistema químico productor de sustancias.

▲ ÁNODO Y CÁTODO

El electrodo donde la oxidación tiene lugar se llama ánodo; el cátodo es donde tiene lugar la reducción. Así conseguiremos un sistema químico productor de sustancias.

▲ PELIGRO DE EXPLOSIÓN

en caso de sobrecarga se produce que la batería despidan gases. este fenómeno se produce debido a la

personales y daños en el sistema eléctrico del vehículo:

- No fume cerca de las baterías que están siendo cargadas.
- Es una buena práctica no fumar nunca cerca de la batería aunque la misma esté en el vehículo.
- No desconecte circuitos activados (luces o accesorios) en funcionamiento, ya que por lo general, se producen chispas en el punto en que es desconectado dicho circuito.



fin de evitar cortos.

- Una mala o pobre conexión, puede causar un arco eléctrico.
- Nunca utilice un cargador si no tiene a mano las instrucciones.
- No apoye objetos metálicos sobre la batería y aisle todas
- las herramientas utilizadas para trabajar a
- Elimine la electricidad estática, antes de revisar la batería.
- En los climas secos tome en cuenta las cargas estáticas; asegúrese de quitar electricidad estática, antes de efectuar mantenimiento en baterías.
- No tocar con un paño seco. Para quitar la electricidad estática de su cuerpo, mantenga una moneda o algún otro metal en su mano y toque el auto, una vez hecho ésto, puede tocar la batería con seguridad.

Introducción al contexto

Planteamiento del problema.

De acuerdo al texto anterior

¿Explica si posible descomponer el agua en sus elementos constituyentes?

¿En la la bateria sobrecargada, que proceso químico se produce y qué gases se generan?

descomposición electrolítica del agua que se encuentra en el ácido sulfúrico. como resultado de este proceso se forman oxígeno e hidrógeno, los cuales dan lugar a oxihidrógeno, de alta explosividad.

▲ ESTRUCTURA DE LA MOLÉCULA DEL AGUA

la constituyen dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno, la cuál se unen a través de un enlace covalente polar, dando como resultado una molécula de estructura angular. por otra parte, como sabemos, su fórmula química es H_2O , que nos indica que la proporción de hidrógeno y oxígeno en la molécula de agua es 2: 1.

▲ Con dos metales de distinta actividad, separados por un medio húmedo, fundamentalmente ácido, se puede conseguir un generador de energía eléctrica mediante una reacción química que se conoce como "pila eléctrica", tendríamos de esta forma un sistema químico productor de energía eléctrica.

Mediante una reacción química reversible podemos acumular energía eléctrica. Así funcionan los acumuladores eléctricos, porque al efectuarse la reacción en un sentido captan energía eléctrica y, en sentido contrario, la devuelven.

Faraday, dio el nombre de electrólitos (de "litos" = piedra) a las piedras (sales

Escribe la reacción química, balanceala e identifica que elementos se oxidan y cuales se reducen, escribe las semi-reacciones de oxidación-reducción.

De las semireacciones escritas, ¿Cuáles crees que se llevan a cabo en cada polo de la batería?, ¿Cómo lo podemos demostrar?

¿Cómo podrías demostrar que los gases generados están en una proporción de 2:1?

Realiza las siguientes actividades en equipo (4 a 5 integrantes).

o bases) que fundidas o disueltas conducían la corriente eléctrica.

Al recipiente donde las colocaban lo denominaron cuba electrolítica.

Para hacer llegar la energía eléctrica desde un generador de corriente continua (en aquel momento una pila) utilizaron unos conductores que llamaron "electrodos" (camino de la electricidad).

Para asignar el nombre a los electrodos, tomó dos nombres etimológicamente muy acertados. Así eligieron "ánodo" y "cátodo", conscientes de que, para ellos, el ánodo era "camino hacia arriba" y el cátodo era "camino hacia abajo".

Actividad 1 Entra al siguiente enlace para que observes una animación del experimento de electrólisis del agua

http://www.rena.edu.ve/primerataetapa/experimentos/swf/obtiene_hidrogeno_agua.swf

Explicar que sucede en la descomposición del agua con sus elementos por el paso de la corriente eléctrica.

¿Es importante recurrir al modelo atómico para inferir que sucede microscópicamente con la descomposición de la molécula del agua?.

Experiencia 2 Obtención de gases y su proporción...Electrolisis del agua

Materiales

- 1 recipiente de plástico (la base del envase de refresco grande cortado por la mitad)
 - Medio litro de agua.
 - 100g de bicarbonato de sodio.
 - 4 pilas tamaño D de 1.5 volts
 - 2 tubos de jeringas de 10ml con la punta sellada.
 - 0.5 m de alambre de Cu.
 - 1 balanza digital
 - 1 espátula
 - 40 cm de alambre galvanizado calibre 16
 - pajillas de escoba
 - 1 pinzas de electricista
 - Navaja o cutter
 - Varilla de cristal
-
-

- 1 regla
- 1 franela
- 1 reloj

Reactivos

- Agua
- Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3)
- 1 pila de 9 volts o 4 de 1.5 volts D

Equipo multimedia:

- computadora conectada a internet,
- programas de office (Word, Excel y PowerPoint) y del laboratorio de ciencias
- experimentales
- Periféricos: ratón, teclado, cámara, cañón,

Preparación de solución de Bicarbonato de Sodio.

1. Medir y colocar 500 ml de agua en el recipiente de plástico
2. Pesar 100 g de bicarbonato de sodio en la balanza digital y agregarlo al recipiente con agua y mezclar con la varilla hasta disolver completamente.

Elaboración de los electrodos.

1. Une las 4 pilas en serie, colocando el polo positivo de una pila con el negativo de la otra; sujétalas con cinta de aislar como lo muestra la animación.
2. Corta con las pinzas el alambre de cobre a la mitad
3. Con la navaja o el cutter descubrir 6 cm de los extremos de cada uno de los alambres.
4. Pega cada punta de alambre descubierta en los polos de las pilas unidas, como lo muestra la animación.
5. Las otras puntas de 6 cm descubiertos, de cada alambre doblarlos en forma de U. Estos son los electrodos.

ACTIVIDAD EXPERIMENTAL.

- Introducir el cuerpo de las jeringas en el recipiente con agua, acostarlas, para sacar el aire y que no queden burbujas de aire en los tubos.
- Introduce los electrodos en cada cuerpo de la jeringa.
- Con mucho cuidado levantar las jeringas, teniendo cuidado que los electrodos, no se salgan y que estén cubiertos por el tubo de las jeringas.
- Iniciar la electrólisis conectando la pila de 9 volts al contacto unido a los electrodos.

¿Qué se observa en cada tubo?

¿En cuál polo de la pila hay mayor burbujeo y se desplaza más rápidamente la solución?

- Con los datos anteriores, puedes determinar en ¿cuál electrodo se libera el hidrógeno y oxígeno? ¿Dónde se ubica el cátodo y el ánodo?

- Registrar el volumen (ml) desplazado de solución por los gases en las jeringas cada minuto.

Tiempo	Volumen desplazado de agua (ml)	
	Tubo jeringa 1	Tubo jeringa 2
1 min		
2 min		
3 min		
4 min		
5 min		
6 min		

- Registrar el tiempo total que se requirió para desplazar toda la solución de cada tubo de ensayo.
- Desplazada la solución de cada jeringa, quitar el electrodo e introducir cuidadosamente la goma del embolo en cada jeringa, con el fin de evitar la salida de los gases colectados.
- Levantar los tubos de las jeringas, presionar levemente las gomas del embolo y secarlos con franela. Asegurar los tapones a los tubos

de las jeringas con cinta de aislar.

De acuerdo a lo observado en el experimento, etiqueta cada tubo con el nombre de Hidrógeno (H_2) u Oxígeno (O_2).

Indica que datos consideró tu equipos para etiquetar cada tubo

En cada tubo correspondiente, realiza las actividades indicadas y anota los resultados.

Hidrógeno (H_2)

- Colocar el tubo de ensayo de manera horizontal, orientado hacia el pizarrón del laboratorio.
- Retirar el tapón y colocar un cerillo encendido en la boca.

¿Qué observas y escuchas?

Oxígeno (O_2)

- Colocar el tubo de ensayo de manera vertical, encender una pajilla,
- apagarla, retirar el tapón e introducir la pajilla incandescente.

¿Qué observas y escuchas?

--

Análisis de resultados

De los electrodos utilizados, identifica cuál funcionó como cátodo y como ánodo. ¿Qué criterios tomaste en cuenta?

¿Qué reacciones se realizaron en cada uno de ellos?

¿La relación de volúmenes obtenida en la electrólisis, nos permite conocer la composición del agua?

¿Qué función tiene el Bicarbonato de Sodio en este experimento?

Coinciden los resultados que se obtuvieron con los que se pensaba que pasarían en el experimento? ¿Por qué?

Después de terminar las actividades por equipo; mediante una plenaria, se revisaran cada una de las respuestas a las preguntas anteriores y corregir los posibles errores.

Elabora un diagrama del experimento de la electrolisis, donde se indiquen:

- Los electrodos, identificando el ánodo y el cátodo.
- Los gases formados en cada electrodo.
- El movimiento de los electrones en cada electrodo.
- Los iones formados en cada electrodo.

Explicando lo observado

Que diferencia existe en un cambio físico y un cambio químico.

¿Cuál es la evidencia de que en la síntesis y la electrólisis del agua, las moléculas experimentaron ruptura y formación de enlaces químicos?

En la síntesis y la electrólisis del agua, ¿Qué elemento se oxidó y cual se redujo?, ¿Qué relación tiene con la pérdida y ganancia de electrones?

¿Qué relación tiene el volumen de gas obtenido con su número de moles? ¿Qué Ley lo explica?

Un alumno en sus conclusiones de un experimento de la síntesis del agua escribió:

- “cuando se combinan dos volúmenes de hidrógeno con un volumen de oxígeno se obtienen dos volúmenes de agua”
- ¿Esta conclusión es correcta?
- Elabora un esquema para explicar la respuesta.

Explicar ¿por qué la “electrólisis del agua” es un cambio químico no espontáneo, mientras que la formación de agua a partir de hidrógeno y oxígeno es un cambio químico espontáneo?

Para pensar....

Problemas de desafío

¿Cuál es fórmula del cloruro de hidrógeno?, si dos volúmenes de este compuesto se obtienen a partir de un volumen de gas hidrógeno y un volumen de gas cloro.

¿Cuál es fórmula del amoniaco?, si dos volúmenes de este compuesto se obtienen a partir de tres volúmenes de gas hidrógeno y un volumen de gas nitrógeno.

Finalmente elabora una investigación de:

- Las aplicaciones industriales de la electrólisis y qué elementos o compuestos químicos se obtiene mediante este proceso.
 - Los avances tecnológicos para evitar la corrosión
-
-