

LABORATORIO DE
QUÍMICA GENERAL Y
TECNOLÓGICA

FACULTAD DE
INGENIERIA

U.N.N.E

TRABAJO PRÁCTICO N°1

INTRODUCCIÓN AL TRABAJO DE LABORATORIO: PILA Y ELECTRÓLISIS

Objetivos

- Conocer los materiales utilizados en el laboratorio, sus nombres, usos y cuidados.
- Comprender el fenómeno químico ocurrido en una pila y en una cuba electrolítica.
- Manipular los materiales de laboratorio y desarrollar hábitos y conductas de seguridad dentro del mismo.
- Cuidar el laboratorio y colaborar con los compañeros durante el desarrollo del trabajo práctico.

Fundamentos teóricos

El trabajo dentro de un laboratorio es diferente a los desarrollados en un aula común, aquí es preciso tener ciertos cuidados en el manejo de los elementos y un comportamiento adecuado que no lleve a la ocurrencia de accidentes.

Como estudiantes de ingeniería deben contar con conocimientos necesarios que permitan realizar una buena práctica de laboratorio (física, química, suelo, etc.), realizando mediciones de todo tipo, reconocimiento de error y posibles soluciones para los mismos.

Materiales

Para comenzar es necesario conocer los materiales de laboratorio, sus nombres, usos y cuidados; ya que a través de ellos podemos llevar adelante el desarrollo de los trabajos prácticos propuestos en esta área.

Los materiales de laboratorio pueden dividirse en Materiales Volumétricos y No Volumétricos.

Materiales Volumétricos

Como su nombre lo indica, estos materiales sirven para medir volúmenes. Tienen la característica de traerlo marcado en mililitros (ml) junto a la temperatura a la cual fue calibrado y que generalmente es 20°C.

Existen ciertos cuidados que deben tenerse en cuenta al momento de trabajar con estos materiales, como por ejemplo:

- Deben respetarse las condiciones que rigieron su calibración, tipo de aforo, temperatura de referencia, etc.
- Deben evitarse errores de paralaje en la lectura.
- Nunca debe colocarse el material volumétrico a temperaturas mayores de 50°C.
- Antes de usar un material volumétrico, el mismo debe calibrarse.

-Debe evitarse el contacto del material volumétrico con sustancias que lo ataquen.

Dentro de los materiales volumétricos encontramos: por llenado o por volumen contenido y por escurrimiento o de volumen escurrido.

A continuación se detallan algunos materiales volumétricos que podemos encontrar dentro de un laboratorio:

✓ Matraz

Un matraz aforado es un recipiente de fondo plano y con forma de pera, que tiene un cuello largo y angosto. Una línea fina grabada alrededor del cuello, llamada aforo, indica (generalmente) un cierto volumen de líquido contenido a una temperatura definida, entonces se dice que está graduado para contener.

El cuello de un matraz aforado se hace relativamente angosto de modo que un pequeño cambio de volumen de un líquido provocará una considerable diferencia en la altura del menisco o superficie del líquido. El error que se cometa al llevar el menisco hasta el enrase, será en consecuencia muy pequeño. La distancia desde la marca hasta el tapón debe ser relativamente grande para que haya suficiente lugar para mezclar una vez que se ha llevado a volumen el contenido. Cuando se lleva a volumen, el borde inferior del menisco, debe ser tangente a la línea de enrase o aforo.

Este matraz aforado se usa para preparar soluciones de concentración definida, pesando un sólido puro y llevándolo a volumen. Por lo general, primero se transfiere la sustancia a un vaso después de pesarla y se disuelve allí. Luego se transvasa la solución al matraz y se agrega el solvente hasta que el nivel de la solución se ha elevado hasta la base del cuello del matraz. Se agita el matraz para que la solución se homogeneice y el ajuste final hasta el aforo se puede hacer agregando solvente gota a gota con una pipeta o una piseta.



✓ Probeta graduada



Son recipientes cilíndricos graduados, de vidrio grueso, boca ancha, abierta y con pico, en distintos volúmenes.

Como la superficie libre del líquido es mucho mayor que la de los matraces aforados de igual volumen, la exactitud es mucho menor. Por eso solo son útiles para medidas aproximadas.

✓ Pipeta graduada

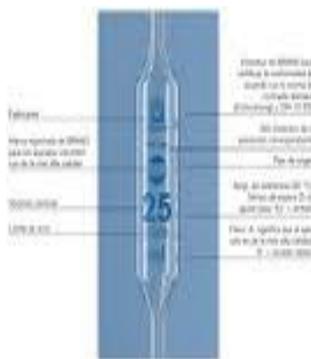
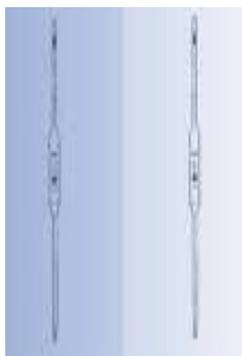
Son tubos estrechos subdivididos en muchas divisiones que se emplean para medir cantidades variables de líquido. El orificio de una pipeta debe ser de un tamaño tal que la salida del líquido no se produzca demasiado rápida, porque de otro modo llegarían a ser demasiados los errores debidos a pequeñas diferencias en el tiempo de escurrido. Se usan habitualmente pipetas de: 1, 2, 5 y 10 ml.

Cabe mencionar que de acuerdo al volumen que escurran y otras características (como por ejemplo la graduación al centésimo o al décimo) tendrán en la parte superior unas bandas de colores que las distinguen.

Ejemplo: las pipetas graduadas de 5 ml tienen una banda de color azul.



✓ Pipeta aforada



La parte superior de la pipeta tiene grabado un anillo que fija un volumen de líquido que debe descargarse. Una pipeta que se usa de este modo, para medir un volumen definido de líquido, se conoce como pipeta para transferencia.

Las más usadas son: 5, 10, 20, 50 y 100 ml.

Cabe mencionar que existen también pipetas de doble aforo (uno superior y otro inferior), siendo éstas más exactas que las anteriores.

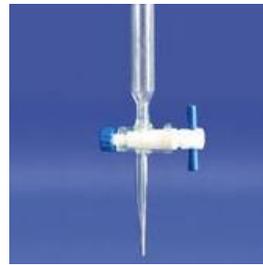
✓ Bureta

Son tubos largos, graduados, de calibre uniforme, provistos de un extremo inferior con un dispositivo que permite un control fácil del líquido escurrido llamado robinete.

Se usan para descargar cantidades variables de líquido y por esta razón presentan divisiones pequeñas en su cuerpo. Se las emplea frecuentemente en las titulaciones.

La bureta de 50 ml graduada en décimas de ml es la que se utiliza más a menudo.

Las buretas con robinete de vidrio (Geissler) se deben preferir y son necesarias para algunos líquidos (ej. Soluciones de Yodo). El llenado se debe realizar con un embudo.



Materiales No Volumétricos

Pueden ser de distintos materiales, entre ellos encontramos:

✓ Vasos de precipitado



Para el uso corriente los más convenientes tienen pico, siendo los altos de Berzelius y los bajos de Griffin.

El pico tiene las siguientes cualidades:

- Facilita verter el líquido.

- Permite mantener una varilla de vidrio en el caso de precipitados, cubierto con un vidrio de reloj.
- Forma una salida para el desprendimiento de gases y vapores cuando el vaso está tapado por el vidrio de reloj.

Su tamaño será elegido según el volumen de líquido que deba contener.

Se usan para mezclar sustancias, contener líquidos, disolver sólidos, calentar sustancias o soluciones (a fuego directo), evaporar y preparar soluciones; los hay de diferentes tamaños: 25, 50, 100, 200, 400, 500, 1000 y 2000 ml (son siempre cantidades aproximadas).

✓ Erlenmeyer

Son recipientes cónicos de base ancha y cuello angosto.

Tienen muchas aplicaciones, por ejemplo, en volumetría se los utiliza para hacer titulaciones, facilitando una mejor agitación del líquido y evitando pérdidas por salpicaduras; para preparar soluciones y tener la posibilidad de agitar la mezcla a fin de acelerar el proceso de disolución, etc.



✓ Cristalizadores



Son recipientes de forma cilíndrica con base plana, tienen poca altura y gran diámetro, por lo que su superficie abierta es grande.

Se usan cuando se desea evaporar rápidamente el líquido de una solución facilitando la cristalización del soluto que se encontraba formando dicha solución (cuando éste es de naturaleza sólida).

✓ Tubos de ensayo

Son tubos de vidrio de diferentes anchos y largos, recibiendo en general nombres genéricos o habituales (de acuerdo a los parámetros mencionados anteriormente) como: tubos de ensayo comunes, de hemólisis, de Kahn, de centrifuga cortos, etc.

También se ha desarrollado toda una serie de tubos plásticos (desechables) de diferentes tamaños.

Las gradillas son los elementos que se utilizan para colocar los tubos, generalmente en posición vertical. Las hay de los más diversos tamaños y construidas con diferentes materiales (madera, metal, etc.).



✓ Embudos

Tienen forma cónica con un ángulo, generalmente, de 60° ; con paredes lisas o estriadas. El vástago puede ser largo o corto.

En general se utilizan embudos de vidrio o de materiales sintéticos que tienen la ventaja de no romperse con tanta facilidad.



✓ Ampolla de decantación

Tienen forma de pera (o hasta cilíndrica) con un vástago provisto de una llave esmerilada. Se usan para separar líquidos inmiscibles (de distinta densidad).



✓ Mecheros

Los mecheros de uso corriente se emplean para temperaturas no muy elevadas.

El caudal de gas se regula mediante un tornillo, colocado en la base del mechero y que comanda una válvula aguja. La admisión de aire se regula atornillando o destornillando el tubo del mechero, con lo que entra mayor o menor cantidad de aire, por los agujeros de la base. Están contruidos de modo tal que el gas pueda mezclarse con aire suficiente para la combustión completa sin que haya retroceso en llama, produciendo una llama oxidante de color azul.

Existe una gran variedad de mecheros, aunque todos básicamente tienen el mismo principio de funcionamiento.



✓ Trípode

Son materiales sumamente usados, contruidos en hierro, siendo en la parte superior cilíndricos y poseyendo tres patas. Los hay de diferentes alturas.

Con ellos se utilizan las telas de amianto y los triángulos de pipa que sirven para calentar a fuego directo, en general, un material de porcelana.



✓ Telas metálicas (de amianto)

Se usan telas metálicas para sostener vasos de precipitación, erlenmeyer, etc., cuando se calientan sobre la llama. Poseen diferentes tamaños y son de alambre tejido con el centro cubierto de amianto.



✓ Pera de goma



Este material se utiliza para cargar las pipetas con líquidos peligrosos para la succión con la boca (ácidos, bases).

La pipeta se une a la pera a través del ajuste de la parte inferior (I), la pera o pro-pipeta, consta de 3(tres) guías, y en cada una se encuentra una válvula que al presionarla se abre y al soltar se cierra. La válvula de la parte superior de la pera (A) permite hacer un vacío y deformar la pera de goma, la que se encuentra en la base (S) permite comunicar el vacío a la pipeta y de esta forma se puede aspirar el líquido y la que se encuentra en la ramificación lateral (E) permite la entrada del aire y la descarga del líquido que sostiene la pipeta.

✓ Pipetas Pasteur

Pueden ser de plástico o vidrio, estériles o no y de distintos volúmenes. Son goteros que permiten transferir pequeñas cantidades de líquidos (alícuotas o gotas).



✓ Desecadores

Son recipientes que se usan para mantener un ambiente seco.

Están comúnmente contruidos de vidrio y poseen dos compartimentos: uno superior, donde se colocan los crisoles conteniendo precipitados, secados o calcinados que deben permanecer en atmósfera seca para prevenir la absorción de humedad y uno inferior que se usa para colocar la sustancia desecante.

La tapa de borde esmerilado se ajusta perfectamente y para sacarla es necesario hacerla deslizar horizontalmente. El borde esmerilado de la tapa y del desecador se cubren ligeramente con vaselina o alguna grasa especial para asegurar el buen cierre y un fácil deslizamiento.



✓ Pisetas

Es un frasco plástico (los más comunes actualmente) con un dispositivo que permite emitir un chorro fino de agua destilada, solución u otro líquido y se lo utiliza para el lavado de precipitados.

El tapón debe ser de goma con una perforación por donde pasa el tubo de salida del líquido.



✓ Material de porcelana

Se emplea, en general, porcelanas para las operaciones en la que los líquidos calientes deben permanecer un tiempo prolongado en contacto con el recipiente, ya que son más resistentes a las soluciones, particularmente alcalinas, en comparación a los de vidrio.

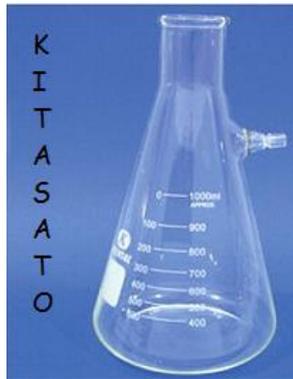
Esta resistencia depende principalmente de la calidad del esmalte.

Al resistir altas temperaturas, se las utiliza para calcinaciones (900°C o más).

Son ejemplos de este tipo de materiales las cápsulas y los crisoles de porcelana.



✓ Otros materiales



PINZA DE METAL





BAÑOS MARÍA



CENTRÍFUGA



ESTUFA

Seguridad

El trabajo dentro del laboratorio exige el cumplimiento de ciertas normas de seguridad para evitar la ocurrencia de accidentes, los cuales son muy probables en un lugar donde se manipula elementos de vidrio, fuego, sustancias corrosivas, inflamables, vapores tóxicos, etc.

Es necesario que los estudiantes conozcan dichas normas y las incorporen como propias cuando se encuentran realizando el trabajo práctico propuesto.

Las Normas de Seguridad e Higiene para los Laboratorios de Química son las siguientes:

Normas personales

- Cada grupo se responsabilizará de su zona de trabajo y de su material.
- La utilización de bata es conveniente, ya que evita que posibles proyecciones de sustancias químicas lleguen a la piel.
- Es aconsejable, si se tiene el pelo largo, llevarlo recogido o metido en la ropa, así como no llevar colgantes.
- En el laboratorio no se podrá fumar, comer, beber ni tomar mate.
- Se ruega no usar celulares o cualquier tipo de dispositivo de comunicación, ya que se utilizan sustancias que podrían dañarlos al contacto.

Normas referentes al orden

- Es imprescindible la limpieza del laboratorio, de su instrumental y utensilios, así como que esté ordenado.
- En las mesas de laboratorio o en el suelo, no pueden depositarse prendas de vestir, apuntes, etc., que pueden entorpecer el trabajo.

Normas referentes a la utilización de productos químicos

- Antes de utilizar un determinado compuesto, asegurarse bien de que es él que se necesita; para ello se debe leer, si es preciso un par de veces, el rótulo que lleva el frasco.
- No devolver nunca a los frascos de origen los sobrantes de los productos utilizados sin consultar al profesor.
- Es de suma importancia que cuando los productos químicos de desecho se viertan en las pilas de desagüe, aunque estén debidamente neutralizados, de inmediato circule por el mismo abundante agua.
- No tocar con las manos, y menos con la boca, los productos químicos.
- No pipetear con la boca los productos abrasivos. Utilizar la bomba manual (perita de goma) o una jeringuilla.
- Los ácidos requieren un cuidado especial. Cuando debemos diluirlos, nunca echaremos agua sobre ellos; siempre lo inverso, es decir, ácido sobre el agua.
- Los productos inflamables no deben estar cerca de fuentes de calor, como estufas, hornillos, radiadores, etc.
- Ante cualquier salpicadura con ácido o producto corrosivo, lavar inmediatamente con abundante agua y avisar al profesor a cargo.
- Al preparar cualquier disolución, se colocará en un frasco limpio y rotulado convenientemente.

Normas referentes a la utilización del material de vidrio

- Cuidado con los bordes y puntas cortantes de tubos u objetos de vidrio, mantenerlos siempre lejos de los ojos y de la boca.
- El vidrio caliente no se diferencia a simple vista del vidrio frío. Para evitar quemaduras, dejarlo enfriar antes de tocarlo (sobre ladrillo, arena, planchas de material aislante, etc.).
- Las manos se protegerán con guantes o trapos cuando se introduzca un tapón en un tubo de vidrio.

Normas referentes a la utilización de balanzas

- Cuando se determinen masas de productos químicos con balanzas, se colocará papel de filtro sobre los platos de la misma y, en ocasiones, será necesario el uso de un "vidrio de reloj" para evitar el ataque de los platos por parte de sustancias corrosivas.
- Se debe evitar cualquier perturbación que conduzca a un error, como vibraciones debidas a golpes, aparatos en funcionamiento, soplar sobre los platos de la balanza, etc.

Pila y electrólisis

En este primer trabajo práctico observaremos el funcionamiento de dos dispositivos importantes en química: **pila y electrólisis**.

Es importante conocer el proceso por el cual se llevan a cabo o funcionan y las diferencias básicas que existen entre ellos.

Tanto la pila, como la electrólisis, funcionan debido a **procesos de óxido-reducción** (llamados procesos o reacciones redox) que existe entre las sustancias que forman parte de los mismos.

En todo **proceso redox** existe una transferencia de electrones que hacen posibles dichas transformaciones (oxidación y reducción) y toda transferencia o pasaje electrónico es conocida como corriente eléctrica.

Los elementos que permiten el pasaje de la corriente eléctrica se denominan conductores (ej: metales, electrolitos) y los que no permiten dicho pasaje se denominan malos conductores o aislantes (ej: madera, vidrio, goma).

Los **electrolitos** son sustancias que, disueltas en agua o fundidas, conducen la corriente eléctrica (algunos ácidos, hidróxidos y sales).

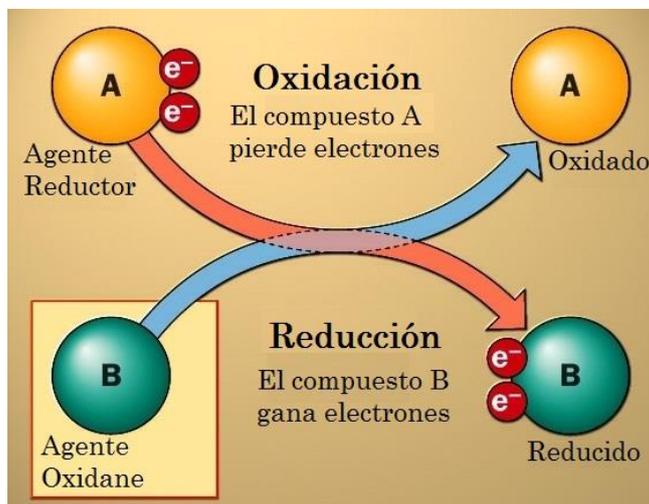
La diferencia entre los metales y los electrolitos, en cuanto a sus características como conductores de la electricidad, es que los primeros dejan pasar la electricidad sin sufrir ninguna alteración en su estructura, ya que la conducción se debe al flujo de electrones a través de los mismos (electrones de valencia), generando la corriente electrónica. En cambio, los electrolitos se descomponen en iones (aniones y cationes) generando entre ellos reacciones de oxidación y reducción.

Estas reacciones se llevan a cabo sobre la superficie metálica de los electrodos, donde existe liberación o consumo de electrones (generación de corriente eléctrica); los cuales están sumergidos en la solución electrolítica contenida dentro de un recipiente.

Este recipiente recibe diferente nombre según nos encontremos frente a una pila (**hemicelda**) o a una electrólisis (**cuba electrolítica**).

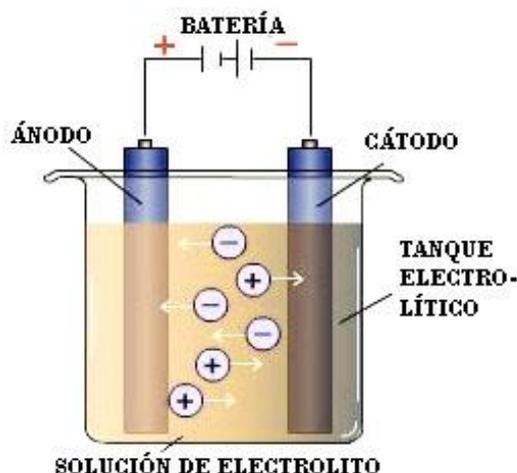
Los electrodos (conductores metálicos) recibirán su nombre según el proceso o reacción química que allí se genere, por ejemplo: el electrodo donde ocurra la **oxidación** se llamará **ánodo** y el electrodo donde ocurra la **reducción** se llamará **cátodo**.

Una reducción es aquella reacción química donde existe consumo de electrones y una oxidación será aquella reacción donde exista liberación de los mismos.



Hasta aquí ambos procesos muestran similitudes en cuanto a las propiedades de las sustancias que participan y las reacciones químicas que lo generan o hacen funcionar, pero existen ciertas diferencias; por lo que los describiremos por separado.

Comenzaremos con una breve descripción del proceso electrolítico o electrólisis.



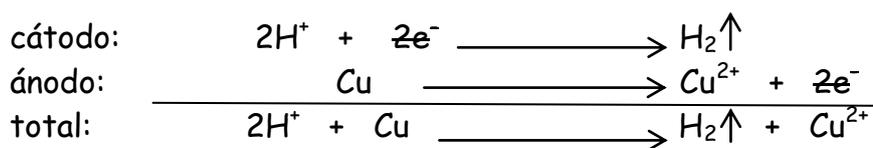
En una **electrólisis** existe generación de energía química a partir de energía eléctrica, es un proceso NO espontáneo, por lo tanto es indispensable proporcionarle energía externa para que el mismo ocurra; en este caso, esta energía será la energía eléctrica o corriente eléctrica. Para lograr esto los electrodos se encuentran conectados a un generador (batería o fuente).

Los dos electrodos (cátodo y ánodo) se encuentran en un mismo recipiente o cuba electrolítica, cuando se enciende el generador se produce alrededor de los electrodos un campo eléctrico provocando la migración de los iones hacia ellos, debido a que los iones, son átomos o grupos de átomos con carga eléctrica positiva (cationes) o negativas (aniones).

En este punto se generan las reacciones redox buscadas, asegurando la circulación de electrones y la continuidad de dicho proceso.

La electrólisis que observarán en el laboratorio tiene las siguientes características:

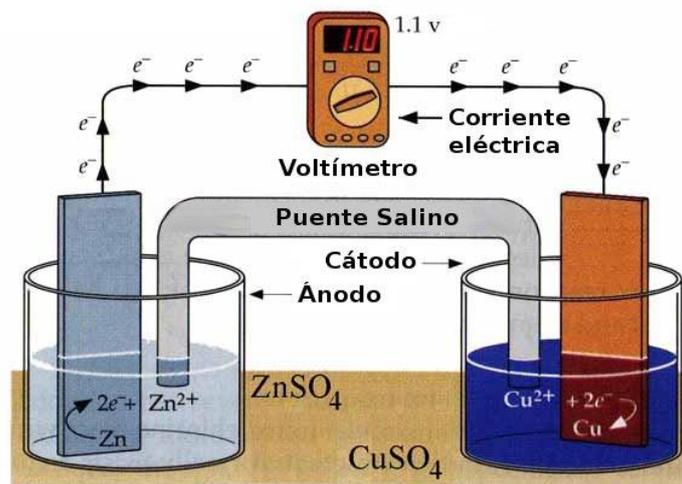
- Electrolito: solución de ácido sulfúrico (H_2SO_4).
- Electrodo: láminas de cobre (Cu).
- Agente reductor: elemento cobre (Cu).
- Agente oxidante: catión hidrógeno o protón (H^+).
- Producto obtenido en el ánodo: catión cobre (Cu^{2+}).
- Producto obtenido en el cátodo: gas hidrógeno (H_2).
- Reacciones redox:



Una **pila voltaica o electroquímica**, se compone de solución/es electrolítica/s, dos recipientes independientes (semi-pilas o hemiceldas), dos conductores metálicos o electrodos y un puente salino.

Es un dispositivo que permite transformar energía química (generada a partir de las reacciones redox) en energía eléctrica. Es un proceso espontáneo, por lo que no es necesario aplicar una fuerza externa al sistema.

En este caso los electrodos se encuentran físicamente separados, en dos lugares o recipientes distintos (hemiceldas); por lo que los electrones tendrán que fluir del lugar donde ocurre la oxidación o liberación electrónica (ánodo) al lugar donde ocurre la reducción o consumo de electrones (cátodo), constituyéndose una corriente de electrones o corriente eléctrica que puede utilizarse para efectuar un trabajo; como encender una bombilla, accionar un dispositivo, etc.



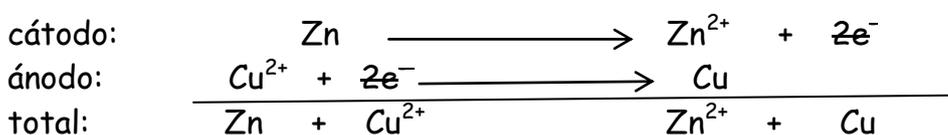
En la imagen anterior, se observa el esquema de la llamada pila de Daniell, que será la pila que observaremos en clase.

Como se observa, en una semi-pila ocurrirá la oxidación y en la otra semi-pila la reducción. El conductor metálico recibe o suministra los electrones que intervienen en cada uno de los procesos.

El puente salino es un tabique poroso que mantiene unidas electrofóticamente a las dos semi-pilas sin permitir la mezcla de ambas soluciones, pero sí la migración de iones; manteniendo así la neutralidad de las soluciones. Este último, puede no ser necesario cuando el electrolito es común a ambos electrodos (acumulador de plomo y pila seca).

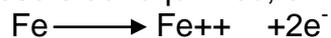
La pila de Daniell, tiene las siguientes características:

- Electrolitos: solución de sulfato de zinc ($ZnSO_4$) y sulfato de cobre ($CuSO_4$).
- Electrodos: láminas de cobre (Cu) y zinc (Zn).
- Agente reductor: elemento zinc (Zn).
- Agente oxidante: catión cobre (Cu^{2+}).
- Producto obtenido en el ánodo: catión zinc (Zn^{2+}).
- Producto obtenido en el cátodo: elemento cobre (Cu).
- Reacciones redox:



Curiosidades

La corrosión es un proceso electroquímico, el metal se "oxida" y disuelve en forma de iones metálicos:



Otras porciones del metal sirven como cátodos.

Las áreas más susceptibles son las que sirven de ánodos, por tanto más fácilmente corroídas, por ejemplo aéreas que hayan sido sometidas a un esfuerzo o en contacto con impurezas fácilmente oxidables que el metal que se corroe. Las impurezas conductoras sirven de cátodo.



Inhibidores de corrosión: se denominan así a sustancias que reducen la corrosión al ponerse en contacto con los metales, se clasifican en inhibidores anódicos y catódicos, por ejemplo los cromatos (las pinturas anti óxido son a base de cromatos), fosfatos, silicatos etc.

Bibliografía: "química general" Horace Deming Editorial hispanoamericana Mexico -Ed 1957

Actividades (TP1)

(copia estudiante)

1) Unir con flecha los siguientes enunciados según corresponda:

Matraz aforado	Sirven para medir volúmenes respetando las condiciones para su calibración, evitando su contacto con sustancias que lo ataquen y posibles errores de paralaje, entre otros.
Vaso de precipitado	Tiene un cuello largo y angosto y una línea gravada a su alrededor llamada aforo, se lo utiliza para preparar soluciones de concentración definida. Se dice que esta graduado para contener.
Pipeta Pasteur	Tubos estrechos con subdivisiones empleados para medir cantidades variable de líquido. Habitualmente se usan de 1, 2, 5 y 10ml.
Material volumétrico	Tubos largos graduados, provistos de un extremo inferior con un dispositivo que permite un control del líquido escurrido llamado robinete. Se las emplea frecuentemente en Titulaciones.
Pera de goma	Recipientes cónicos de base ancha y cuello angosto. En volumetría se los utiliza debido a que facilitan la agitación del líquido evitando perdidas por salpicaduras.
Tubos de ensayo	Se usan para mezclar líquidos, disolver sólidos, calentar sustancias o soluciones a fuego directo, evaporar y preparar soluciones.
Erlenmeyer	Material que se utiliza para cargar las pipetas con líquidos peligrosos para la succión con la boca (ácidos, bases).
Bureta	Tubos de vidrio de diferentes anchos y largos. Las gradillas son los elementos que se utilizan para colocarlos, generalmente, en posición vertical.
Pipeta graduada	Pueden ser de plástico o vidrios, estériles o no y de distintos volúmenes. Son goteros que permiten transferir pequeñas cantidades de líquidos.

2) Contestar con V (verdadero) o F (falso) en cada caso:

	VERDADERO	FALSO
Tanto la pila, como la electrolisis funcionan debido a procesos de oxido- reducción.		
Los elementos que permiten el pasaje de la corriente eléctrica se denominan aislantes.		
Electrolitos: sustancias que fundidas o disueltas en agua, conducen la corriente eléctrica.		
El electrodo donde ocurre la oxidación se denomina cátodo y el electrodo donde ocurre la reducción se llama ánodo.		
En una Reducción existe consumo de electrones y en una Oxidación existe liberación de los mismos.		
Electrolisis: generación de energía química a partir de energía eléctrica. Proceso espontaneo.		
Pila voltaica: transformación de energía química en energía eléctrica. Proceso espontaneo		

Actividades (TP 1)

(copia cátedra)

1) Unir con flecha los siguientes enunciados según corresponda:

Matraz aforado	Sirven para medir volúmenes respetando las condiciones para su calibración, evitando su contacto con sustancias que lo ataquen y posibles errores de paralaje, entre otros.
Vaso de precipitado	Tiene un cuello largo y angosto y una línea gravada a su alrededor llamada aforo, se lo utiliza para preparar soluciones de concentración definida. Se dice que esta graduado para contener.
Pipeta Pasteur	Tubos estrechos con subdivisiones empleados para medir cantidades variable de líquido. Habitualmente se usan de 1, 2, 5 y 10ml.
Material volumétrico	Tubos largos graduados, provistos de un extremo inferior con un dispositivo que permite un control del líquido escurrido llamado robinete. Se las emplea frecuentemente en Titulaciones.
Pera de goma	Recipientes cónicos de base ancha y cuello angosto. En volumetría se los utiliza debido a que facilitan la agitación del líquido evitando perdidas por salpicaduras.
Tubos de ensayo	Se usan para mezclar líquidos, disolver sólidos, calentar sustancias o soluciones a fuego directo, evaporar y preparar soluciones.
Erlenmeyer	Material que se utiliza para cargar las pipetas con líquidos peligrosos para la succión con la boca (ácidos, bases).
Bureta	Tubos de vidrio de diferentes anchos y largos. Las gradillas son los elementos que se utilizan para colocarlos, generalmente, en posición vertical.
Pipeta graduada	Pueden ser de plástico o vidrios, estériles o no y de distintos volúmenes. Son goteros que permiten transferir pequeñas cantidades de líquidos.

2) Contestar con V (verdadero) o F (falso) en cada caso:

	VERDADERO	FALSO
Tanto la pila, como la electrolisis funcionan debido a procesos de oxido- reducción.		
Los elementos que permiten el pasaje de la corriente eléctrica se denominan aislantes.		
Electrolitos: sustancias que fundidas o disueltas en agua, conducen la corriente eléctrica.		
El electrodo donde ocurre la oxidación se denomina cátodo y el electrodo donde ocurre la reducción se llama ánodo.		
En una Reducción existe consumo de electrones y en una Oxidación existe liberación de los mismos.		
Electrolisis: generación de energía química a partir de energía eléctrica. Proceso espontaneo.		
Pila voltaica: transformación de energía química en energía eléctrica. Proceso espontaneo		

TRABAJO PRÁCTICO N°2

MEDICIÓN DE pH

Objetivos

Comprender el concepto químico de pH y su importancia.

Interpretar las definiciones de sustancias ácidas, básicas y neutras. Diferenciarlas.

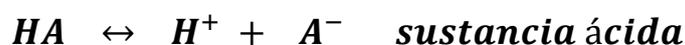
Medir el pH de diferentes muestras y debatir sus usos según la medida obtenida.

Participar y cooperar con los compañeros de las actividades propuestas.

Fundamentos Teóricos

Para introducirnos en la temática de pH debemos tener en claro conceptos claves como: sustancia ácida, sustancia básica, ionización, dilución, etc; ya que el pH es un parámetro que dependerá de ellos. Por lo que comenzaremos a definir estos conceptos para alcanzar la comprensión necesaria.

Ácido y base: existen diferentes definiciones de sustancias ácidas y básicas, para facilitar la comprensión del tema por abordar, consideraremos a una sustancia ácida aquella capaz de ceder o liberar un protón (H^+) y una sustancia básica aquella capaz de ceder o librar al elemento oxidrilo (HO^-). De manera generalizada se pueden expresar las siguientes reacciones:



Ionización: reacción química donde ocurre la ionización de la sustancia reactante, es decir, el elemento se separa en los iones que lo forman. Es una reacción cuyo producto son iones (átomos o grupos de átomos cargados eléctricamente).

Dilución: proceso por el cual aumenta la cantidad de solvente, generando una disminución de la concentración de dicha solución. Si la solución es acuosa, se entiende que el solvente en cuestión es el agua.

La mayoría de las reacciones químicas ocurren en solución acuosa o medio acuoso (el agua actúa como solvente), por eso es de gran importancia comprender los diferentes equilibrios que ocurren en este medio; principalmente la autoionización del agua. Esta reacción o equilibrio plantea la ionización de una molécula de agua, como a toda reacción química le corresponde una constante de equilibrio (K_e). Dicha reacción y expresión es la siguiente:



La concentración del agua pura es constante ($[H_2O] = 55,5M$), por lo tanto el producto de dos constantes da lugar a una nueva constante, llamada K_w y cuya expresión es la siguiente:

$$K_w = [H^+] [HO^-] = 1 \cdot 10^{-14} \text{ mol}^2 / \text{l}^2 \quad \text{producto iónico del agua}$$

Para evitar trabajar con exponenciales negativos, Sørensen introduce el concepto de potencial de hidrógeno o pH aplicando logaritmo decimal negativo a la ecuación del producto iónico del agua y aplicando propiedades logarítmicas, se llega a la siguiente expresión:

$$pH + pOH = 14$$

Si observamos la reacción de ionización del agua, un mol de agua se disocia para generar un mol de ión H⁺ (protón) y un mol de ión HO⁻ (oxhidrilo). Por lo tanto, en agua pura, sus concentraciones serán iguales y aplicando esto en la expresión anterior; obtenemos que:

$$\begin{aligned} pH &= pOH \\ 2 pOH &= 2 pH = 14 \\ 14/2 &= pH = pOH = 7 \\ &(\text{solución neutra}) \end{aligned}$$

El valor de K_w es una constante, por lo tanto si agregamos ácido al agua generará un aumento en la concentración de H⁺ pero deberá disminuir la concentración de HO⁻. De la misma manera, si agregamos una base al agua la concentración de HO⁻ aumenta y para mantener el producto constante, disminuirá la concentración de H⁺. De lo dicho, se deduce considera que:

$$pH < 7 \vee pOH > 7 \quad (\text{solución ácida})$$

$$pH > 7 \vee pOH < 7 \quad (\text{solución básica})$$

En conclusión, a medida que aumenta la acidez de una solución, el pH disminuye y a medida que aumenta la alcalinidad el pH aumenta. Además, si aumenta la cantidad de agua (solvente) provoca una dilución de la solución ácida con disminución de la concentración de H⁺ y consiguiente disminución de la acidez (aumento del pH); de la misma forma, la dilución de una solución básica provoca la disminución de la alcalinidad (disminución del pH).

El pH de una solución se puede medir por distintos métodos y su valor es importante debido a que puede determinar las propiedades y usos de una solución, en este trabajo práctico mediremos el pH de distintas soluciones de uso común y discutiremos la importancia del mismo según los diferentes usos que se les asigna las soluciones.

Para realizar la medición de pH en el laboratorio contamos con unas tiras reactivas, las cuales están formadas por papeles impregnados con diferentes sustancias indicadoras de pH que generarán un color según sea el pH de la solución problema. Para realizar esto basta con sumergir la tira reactiva en la solución problema y luego de manifestado el color, compararlo con la muestra de colores que representan los distintos valores de pH; asignándole así un valor.

Existen muchas sustancias indicadoras de pH, las cuales son sustancias orgánicas que cambian de color en presencia de un ácido o una base, ya que tienen la característica de tener diferentes

colores según el pH del medio (pH de viraje) debido a que son un ácido (o una base) débil que tienen un color diferente al de su base (o ácido) conjugado.

Algunas sustancias de la vida diaria son indicadores, por ejemplo, infusión de té, vino tinto. Algunos nombres de indicadores son: tornasol, heliantina, fenolftaleína, azul de bromotimol, etc.

Las diferentes formas del indicador varían según el pH del medio y así el color que manifieste en la solución. Cada sustancia indicadora posee un pH de viraje propio, superado el cual se genera este cambio de color planteado, como se observa en el siguiente cuadro:

Indicador	Color de la forma ácida (HA)	Color de la forma básica (A-)	Intervalo de viraje (pH inferior y superior)
Rojo congo	Azul	Rojo	3,0 - 5,0
Azul de bromofenol	Amarillo	Azul violeta	3,0 - 4,6
Naranja de metilo	Rojo	Amarillo	3,2 - 4,4
Verde de bromocresol	Amarillo	Azul	3,8 - 5,4
Rojo de metilo	Rojo	Amarillo	4,8 - 6,0
Azul de bromotimol	Amarillo	Azul	6,0 - 7,6
Rojo fenol	Amarillo	Rojo	6,6 - 8,0
Rojo cresol	Amarillo	Rojo	7,0 - 8,8
Azul de timol	Amarillo	Azul	8,0 - 9,6
Fenolftaleína	Incoloro	Rosa fucsia	8,2 - 10,0
Amarillo de alizarina	Amarillo	Rojo	10,1 - 12,0

Las muestras a las cuales se les medirá el pH en el laboratorio son:

1° MUESTRA: AGUA DE CAL

El término *cal* se utiliza para designar a todas las formas físicas en las que puede aparecer el óxido de calcio (CaO), su disolución en agua genera el *agua de cal*, es decir, la solución saturada de hidróxido de calcio. Según reacción:



Si a esta solución se la burbujea con CO₂ se forma un precipitado blanco de carbonato de calcio (CaCO₃), según reacción:



Como se puede observar esta solución pasa de ser básica, por la presencia del hidróxido de calcio, a una solución neutra donde solo existe sal y agua. Dicha neutralización se la puede evidenciar usando indicadores de pH como la fenolftaleína; la cual virará su color inicial fucsia o rosado a incoloro cuando la reacción sea neutralizada por la acción del dióxido de carbono. Para lograr esta neutralización, podemos soplar dentro de la muestra de agua de cal a través de un sorbete.

El proceso químico que se observará en el laboratorio es la neutralización de un hidróxido o base (en este caso el hidróxido de calcio) a través de su reacción con el dióxido de carbono (proveniente de la espiración humana) con la consiguiente formación de una sal (carbonato de calcio) y agua como productos de la reacción. Dicha neutralización provoca una disminución del pH de la solución (pasa de un pH alcalino a uno neutro), lo cual es evidenciado por el cambio de color del indicador de pH fenolftaleína.

Esto es lo que ocurre cuando fragua la mezcla de cal y arena, en presencia del CO₂ del ambiente adquiere dureza pétreo, de allí el nombre de cal aérea ya que el CO₂ lo obtiene del aire.

2° MUESTRA: ÁCIDO MURIÁTICO

Este ácido es una solución de ácido clorhídrico al 28%.

Se lo utiliza para la limpieza previa de materiales que se desean soldar, ya que diluye óxidos que alteran la calidad de la soldadura; y en el caso de soldadura de estaño que impiden una buena adherencia. También se lo utiliza en la limpieza de ladrillos vistos en las construcciones.

En el laboratorio, mediremos su pH, esperando encontrar un valor inferior a 7; por ser de naturaleza ácida.

3° MUESTRA: AGUA DE RED

El agua, es un elemento de especial cuidado dentro el hormigón, debido al papel importante que desempeña, como agua de amasado y principalmente como agua de curado. Para esto, definiremos primero los dos conceptos nombrados anteriormente.

Agua de amasado: agua que se ha empleado en la preparación de algún tipo de mezcla como cemento, hormigón, mortero, etc; sin contar con la que ha sido absorbida previamente por el árido (arena por ejemplo).

El Agua de Amasado, cumple una doble función en el hormigón, por un lado participa en la reacción de hidratación del cemento, y por otro confiere al hormigón el grado de trabajabilidad necesaria para una correcta puesta en obra. La cantidad de agua de amasado debe limitarse al mínimo estrictamente necesario para conferirle a la pasta la trabajabilidad requerida, según las condiciones en obra, ya que el agua en exceso se evapora y crea una red de poros capilares que disminuyen su resistencia.

Agua de curado: se utiliza para asegurar la adecuada humedad del curado que se realiza durante el proceso de fraguado del hormigón, ayuda a la hidratación de la pasta de cemento. El curado debe durar hasta que, como mínimo, el hormigón haya alcanzado el 70% de la resistencia de proyecto.

El Agua de Curado es la más importante durante la etapa del fraguado y el primer endurecimiento. Tiene por objeto evitar la desecación, mejorar la hidratación del cemento y evitar la retracción prematura. Esta agua tiene una actuación más duradera que el agua de amasado, por lo tanto se corre más riesgos al aportar sustancias perjudiciales con el agua de curado que con el agua de amasado.

Por lo expresado, el agua que se utilice en estos procesos debe reunir ciertos requisitos para asegurar su correcta acción. Los requisitos o factores a tener en cuenta cuando se elige agua para utilizarla como agua de amasado o curado son, por ejemplo: su potabilidad. El agua utilizada será satisfactoria si es potable (adecuada para el consumo humano). Esta debe estar razonablemente limpia y sin cantidades dañinas de materia orgánica, fango y sales. El límite máximo de turbidez debe ser de 2000 ppm*. Cuando las impurezas en el agua de mezclado son excesivas pueden afectar no solo el tiempo de fraguado, la resistencia y estabilidad del volumen sino también provocar eflorescencia o corrosión en el refuerzo.

En general se puede usar para mezclado y curado del hormigón, sin necesidad de realizar análisis, agua clara que no tenga sabor ni olor notorios, con excepción, casi exclusivamente, a las aguas de alta montaña ya que su gran pureza les confiere carácter agresivo para el hormigón.

El agua de ciénagas o de lagos estancados puede contener ácido tánico, el cual puede causar retardo en el fraguado y desarrollo de la resistencia. No obstante, algunas aguas visiblemente insalubres pueden también ser utilizadas, previo análisis de estas: aguas bombeadas de minas (que no sean de carbón ya que el agua mineral intensamente carbonatada puede producir reducciones apreciables en la resistencia), algunas de residuos industriales, aguas pantanosas, etc.

Podrán, emplearse aguas de mar o aguas salinas análogas para el amasado o curado de hormigones que no tengan armadura alguna. Salvo estudios especiales, se prohíbe expresamente el empleo de estas aguas para el amasado o curado de hormigón armado o pretensado.

En los casos en que se pueda elegir, debe usarse la fuente más limpia y clara de agua.

Al hablar del hierro, tendremos en cuenta que éste se encuentra formando óxidos, como el óxido ferroso (FeO), el óxido férrico (Fe_2O_3), el óxido ferroso férrico (Fe_3O_4) y el anhídrido férrico (FeO_3); entre otros. En medio Alcalino el hierro forma sobre su superficie una capa de Fe_3O_4 volviéndolo pasivo, es decir no sensible a la acción de los agentes químicos; esto es lo que ocurre cuando se lo coloca dentro del hormigón que es un medio alcalino.

Por ello la Importancia del PH del agua de amasado, ya que con aguas buenas la pasta de cemento tiene un PH de alrededor de 12, poniendo pasiva la armadura. Un PH menor a 10 o mayor a 13 en la pasta de cemento produce despasivado y por tanto corrosión.

La Norma IRAM pone como condiciones del agua de amasado un PH no menor a 5,5 y no mayor a 8,2.

En el laboratorio, mediremos el pH del agua de red y determinaremos el uso más apropiado de la misma según los valores obtenidos.

4° MUESTRA: AGUA DE CEMENTO

Cuando se prepara el hormigón, durante el fraguado, aparece una capa de agua en su superficie; esta es conocida como agua de cemento. Si se agrega más cemento hasta lograr una consistencia lechosa, estamos en presencia de la llamada lechada de cemento.

Esta muestra debe tener un pH entre 11 y 12,5. Esta condición será medida en el laboratorio de manera experimental.

Curiosidades

- MEDICION DEL PH DEL SUELO

Cuándo se requiere determinar el pH de un suelo fino en obra, pueden emplearse los papales reactivos que se venden en las farmacias.

Colocar una pequeña porción del suelo por verificar en un recipiente de cristal, que contenga un poco de agua neutra (con $\text{pH} = 7$), de modo que cubra la muestra de suelo, procurando que el agua no esté helada o demasiado fría, disgregar bien el suelo en el agua, introducir y retirar el papel reactivo y colorimétricamente hacer la lectura del pH.

• PH DE SATURACION DEL AGUA (en Tratamiento de aguas)

La predicción del carácter incrustante (con tendencia a formar incrustaciones) o agresivo (con tendencia a disolver las incrustaciones) de un agua ha sido siempre un concepto importante en el tratamiento y en el suministro del agua; con este objetivo se han desarrollado diversos métodos. El Índice de Langelier (Is) es uno de los sistemas más utilizados en calidad del agua de consumo humano. Se basa en el cálculo del valor del pH de saturación o de equilibrio (pHs), el cual comparado con el pH real del agua (pH), permite determinar el carácter del agua.

$Is = pH - pHs$

Si $Is > 0$ el pH real del agua es superior al de saturación. El agua tiene carácter incrustante.

Si $Is < 0$ el pH real del agua es inferior al de saturación. El agua tiene carácter agresivo.

Si $Is = 0$ el pH real del agua es igual al de saturación. El agua tiene carácter equilibrado.

En la práctica se establece un cierto margen:

$Is > 0,5$ equivale a un agua incrustante

$Is < 0,5$ equivale a un agua agresiva.

• PH DE LA PIEL HUMANA

Depende del tipo de piel que tengamos. Así, a más grasa sea la piel, más ácida.

Piel grasa, pH=4,9- 5,0

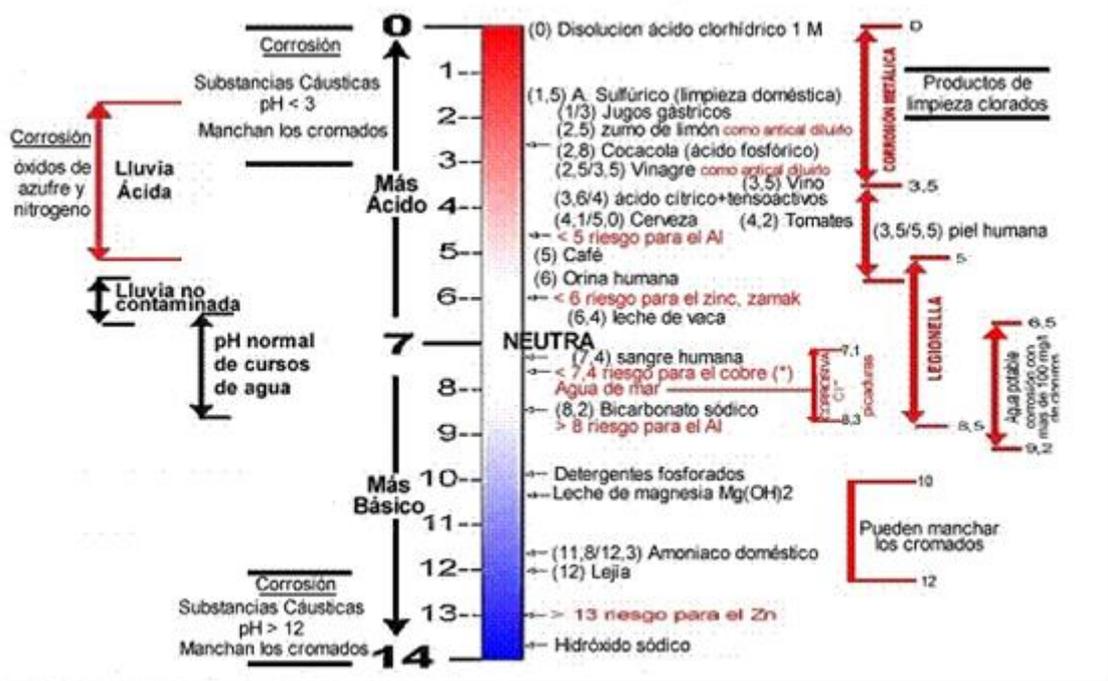
Piel normal, pH=5,2- 5,5

Piel seca, pH=5,7- 5,9

• PH DE LA COCA COLA

El ingrediente activo en la Coca Cola es ácido fosfórico, su PH es 2,8. Esto disuelve un clavo en unos 4 días. El ácido fosfórico es dañino para el calcio de los huesos y es uno de los mayores contribuyentes al aumento de la osteoporosis.

CUADRO DE ESCALA DE PH



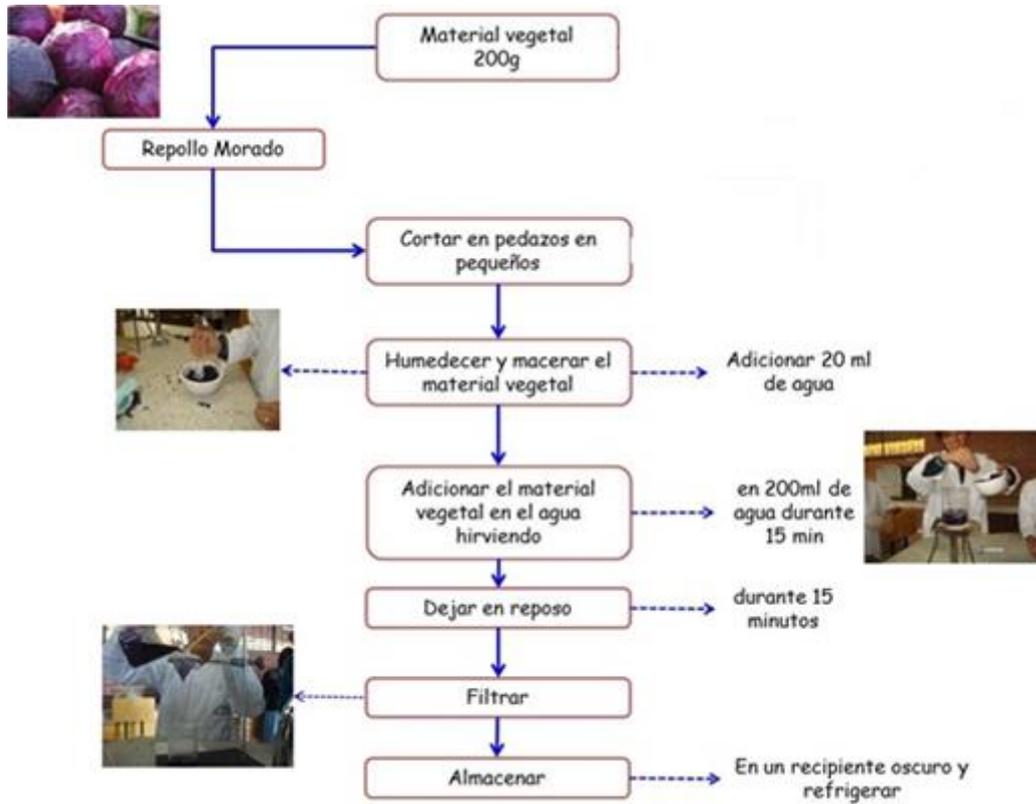
VALORES DE PH DE SUSTANCIAS /DISOLUCION

SUSTANCIA/DISOLUCIÓN		pH
Disolución de HCl 1 M		0.0
Jugo gástrico		1.5
Jugo de limón		2.4
Refresco de cola		2.5
Vinaigre		2.9
Jugo naranja o manzana		3.0
Cerveza		4.5
Café		5.0
Té		5.5
Lluvia ácida		<5.6
Orina		5.5 - 6.5
Leche		6.5
Aqua pura		7.0
Saliva humana		6.5 a 7.4
Sangre		7.35 a 7.45
Aqua de mar		8.0
Jabón de manos		9.0 a 10.0
Amoníaco		11.5
Hipoclorito de sodio		12.5
Hidróxido sódico		13.5

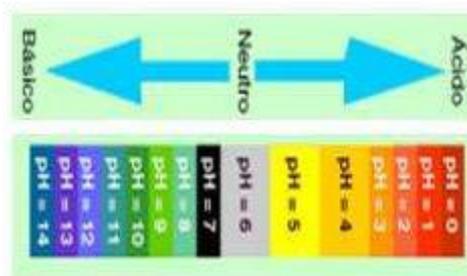
ACTIVIDAD PROPUESTA PARA EL HOGAR

Elaborar un Indicador Acido- Base en el hogar utilizando repollo morado.

El repollo morado tiene como nombre científico *Brassica oleracea*, variedad capitata. Su color se debe a que además de clorofila tiene otros pigmentos sensibles a la acidez como la antocianina y otros flavonoides. Estos pigmentos son solubles en agua, en ácido acético, y en alcohol, pero no en aceite.



Como indicador de PH los colores que toma son:



Actividades (TP 2)

(copia estudiante)

1. Conoce el concepto químico de pH?

2. Definir el concepto de pH:

3.Cuál es la importancia del concepto de PH?

4. Por qué cree que la lluvia es ácida?

5. ¿Qué sustancias acidas, básicas o neutras pueden identificar en su casa?

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

6. Para qué se utiliza un indicador ácido - base

7. A continuación encontrara una serie de sustancias que son muy familiares ya que son de uso cotidiano, indique para cada una de ellas, si son de carácter ácido, básico, o neutra:

Jugo de limón _____

Vinagre _____

Cerveza _____

Gaseosa _____

Amoniaco _____

Jabón _____

Hidróxido de sodio (destapador de cañerías) _____

Blanqueador _____

Actividades (TP 2)

(copia cátedra)

1. Conoce el concepto químico de pH?

2. Definir el concepto de pH:

3.Cuál es la importancia del concepto de PH?

4. Por qué cree que la lluvia es ácida?

5. ¿Qué sustancias acidas, básicas o neutras pueden identificar en su casa?

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

6. Para qué se utiliza un indicador ácido - base

7. A continuación encontrara una serie de sustancias que son muy familiares ya que son de uso cotidiano, indique para cada una de ellas, si son de carácter ácido, básico, o neutra:

Jugo de limón _____

Vinagre _____

Cerveza _____

Gaseosa _____

Amoniaco _____

Jabón _____

Hidróxido de sodio (destapador de cañerías) _____

Blanqueador _____

TRABAJO PRÁCTICO N°3 VOLUMETRÍA ÁCIDO-BASE Y DE PRECIPITACIÓN

Objetivos

Reconocer el proceso químico que sucede en el proceso de titulación.

Obtener las reacciones de neutralización correspondientes.

Efectuar las titulaciones correspondientes y calcular las concentraciones de la solución de hidróxido de sodio (NaOH) y del ión cloruro (Cl⁻) mediante el proceso volumétrico.

Valorar y cuidar los materiales de trabajo. Respetar el trabajo en equipo y a los compañeros.

Fundamentos Teóricos

La volumetría, titulación o valoración química es un método químico que permite determinar la concentración de soluciones desconocidas a través de mediciones de volúmenes de soluciones de concentración conocida.

Para ello se va añadiendo gota a gota la solución de concentración conocida, llamada solución patrón, colocada en una bureta sobre la solución del analito o solución problema (cuya concentración se desea conocer) hasta que la reacción se complete (el patrón ha reaccionado con todo el analito), en este punto el número de equivalentes-gramos del patrón añadido es igual al número de equivalentes-gramos del analito problema (punto de equivalencia) midiéndose entonces el volumen consumido del patrón, y mediante un cálculo estequiométrico sencillo se puede calcular la concentración del compuesto problema.

El punto de equivalencia de una titulación es un punto teórico que no se puede determinar experimentalmente. Lo único que podemos estimar es su posición observando un cambio físico asociado a la condición de equivalencia (aparición o desaparición de color, cambio de color, o aparición o desaparición de turbidez), a este cambio se lo conoce como punto final de la titulación y para que se produzca, generalmente, es preciso agregar a la solución problema contenida en un erlenmeyer unas gotas de solución indicadora. En este punto, generalmente lo que ocurre químicamente es la reacción entre la sustancia indicadora y el primer exceso del patrón; generando un producto, cuya presencia es captada por nuestros sentidos.

Para que un proceso sea susceptible de ser aplicado en un método volumétrico debe cumplir con un cierto número de requisitos fundamentales:

- la reacción entre los analitos (problema y patrón) debe ser sencilla, estequiométricamente definida y completa, ya que esta reacción sirve de base para los cálculos a realizarse.
- no deben generarse reacciones secundarias a la planteada entre el analito problema y el patrón.
- la reacción debe ser rápida con el objeto de que la valoración pueda realizarse en poco tiempo.
- debe disponerse de una solución patrón como reactivo valorante.

- debe existir un cambio físico observable o un indicador (debe virar en un intervalo de pH en el que quede incluido el pH de la solución obtenida cuando se alcanza el punto de equivalencia) que señale el punto final de la valoración.

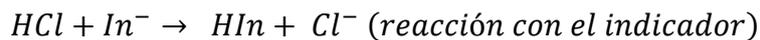
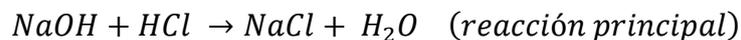
- deben utilizarse aparatos o materiales de medida exactos.

Según el tipo de reacción que se produzca entre los solutos de ambas soluciones, la volumetría será, por ejemplo, volumetría ácido-base, de oxidación-reducción o de precipitación. En este trabajo práctico realizaremos dos volumetrías: ácido-base y de precipitación.

En la volumetría ácido-base o de neutralización, lo que se hace es provocar una reacción ácido-base; por lo que si la solución problema es una base, el patrón será una solución ácida y viceversa.

Los datos a tener en cuenta en esta volumetría son:

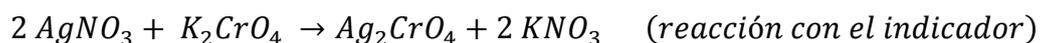
- ♦ Solución patrón: $[HCl] = 0,1N$
- ♦ Solución problema: $[NaOH] = ?$
- ♦ Volumen de patrón: $V_{HCl} = ?$
- ♦ Volumen de problema: $V_{NaOH} = 5 \text{ ml}$
- ♦ Solución indicadora: fenolftaleína, heliantina y/o azul de bromotimol.
- ♦ Punto final: cambio de color del indicador ácido-base utilizado.
- ♦ Reacciones que se plantean durante el proceso:



En la volumetría de precipitación se mide el volumen de solución patrón necesario para precipitar completamente un catión o anión del compuesto que se analiza, provocándose la generación de un precipitado. La volumetría de precipitación que realizaremos en el laboratorio, es conocida como método de Mohr, donde se procede a medir la concentración del ión cloruro (Cl^-) en diferentes muestras de agua a partir del patrón nitrato de plata ($AgNO_3$).

Los datos a tener en cuenta en esta volumetría son:

- ♦ Solución patrón: $[AgNO_3] = 0,0282N$
- ♦ Solución problema: $[Cl^-] = ?$
- ♦ Volumen de patrón: $V_{AgNO_3} = ?$
- ♦ Volumen de problema: $V_{Cl^-} = 50 \text{ ml}$
- ♦ Solución indicadora: K_2CrO_4 (cromato de potasio)
- ♦ Punto final: aparición de un precipitado de color anaranjado ladrillo, perteneciente a la sal cromato de plata (Ag_2CrO_4).
- ♦ Reacciones que se plantean durante el proceso:



En este caso particular se obtienen dos precipitados en tiempos distintos, primero un precipitado blanco debido a la formación del cloruro de plata ($ClAg$) y luego uno de color anaranjado perteneciente al cromato de plata (Ag_2CrO_4). Estos tiempos de formación dependen de la solubilidad de ambos precipitados, como la solubilidad del Ag_2CrO_4 es mayor que la del $AgCl$, este último precipita primero.

La razón por la cual se mide la cantidad de cloruros presentes en muestras de agua, se debe a que el ion cloruro (Cl^-) es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. El contenido de cloruros de las aguas naturales son variables y depende principalmente de la naturaleza de los terrenos atravesados, en cualquier caso, esta cantidad siempre es menor que la que se encuentra en las aguas residuales, ya que el cloruro de sodio o sal de mesa (ClNa) es común en la dieta y pasa inalterado a través del aparato digestivo.

El aumento de cloruros en una muestra de agua puede tener orígenes diversos. Si se trata de una zona costera puede deberse a infiltraciones de agua del mar, en el caso de una zona árida este aumento se debe al lavado de los suelos producido por fuertes lluvias y en otros casos puede deberse a la contaminación del agua por aguas residuales, etc.

Un contenido elevado de cloruros puede dañar las conducciones y estructuras metálicas y perjudicar el crecimiento vegetal, no así en las aguas de consumo humano donde no representan más inconvenientes que el gusto desagradable del agua, además de no plantear problemas de potabilidad.

En el siguiente cuadro se pueden observar algunos parámetros de concentración de cloruros:

Muestras	mar	agua de consumo	agua para hormigón	agua de precipitación	agua de perforación	agua dulce
Concentración de Cl^- en mg/l	20000	250	1000	1 a 3	> 30	7,8

Estas son algunas definiciones a tener en cuenta en este trabajo práctico:

- Punto de Equivalencia: momento de la titulación en que cantidades exactamente equivalentes o iguales de los reactivos principales se han combinado por completo (no hay exceso de ninguno de ellos). En este punto se cumple: $NxV=N'xV'$ (donde N es normalidad y V es volumen).
- Punto Final: punto en el cual se observa un cambio físico observable a simple vista.
- Error de Titulación: es la diferencia de volumen o masa entre el punto de equivalencia y el punto final. Se debe tener mucho cuidado para asegurar que la diferencia entre ambos sea mínima.
- Patrón Primario: sustancia que puede conservarse en alto grado de pureza, de la cual pueden prepararse soluciones de concentración exacta, conocida y estable.
- Patrón Secundario: sustancia de la cual se obtienen soluciones que no son estables o no se puede preparar una concentración exacta, en estos casos se valoran previamente con un patrón primario.
- Valoración: proceso por el cual se determina la concentración de una solución a partir de un patrón primario.
- Titulación: proceso por el cual se determina la concentración de una solución a partir de otra solución que ha sido previamente valorada (patrón secundario).

Curiosidades

Se exponen breves reseñas sobre la importancia de la determinación de cloruros en actividades cotidianas de los ingenieros y la sociedad, con el objeto de despertar el interés e investigación de los alumnos.

- **Corrosión por cloruros en concretos reforzados con acero**

La corrosión de las barras de acero es uno de los mayores problemas en estructuras, convirtiéndose en un tema que requiere atención por los ingenieros de mantenimiento de estructuras de concreto, tales como carreteras y puentes.

El fenómeno de oxidación del refuerzo metálico afecta significativamente las características funcionales del concreto armado tales como la adherencia, además de inducir la formación de agrietamientos y desprendimientos de trozos de concreto, lo que compromete la integridad estructural.

La corrosión por cloruros se presenta en estructuras expuestas al medio marino. Los iones cloruros están presentes en el agua de mar, pero es posible también que los desplace el viento de la brisa marina a las zonas costeras.

Otra fuente de cloruros es en el agua de amasado, lo cual aumenta el alto riesgo de corrosión. Los cloruros se introducen en el hormigón durante el amasado a partir de los constituyentes de base.

Existe contaminación por cloruros en el hormigón cuando este material interacciona con los productos gaseosos de la combustión del PVC, hecho que puede producirse en los incendios.

Los iones cloruros avanzan desde el exterior hasta las barras, por lo tanto son factores importantes a controlar la permeabilidad del hormigón, su porosidad, los periodos secos y húmedos y también las temperaturas, a fin de determinar la velocidad de penetración. Estas condiciones están expuestas en los Reglamentos y se las identifica como **Grado de Exposición**.

- **Tratamiento del agua para una caldera**

Durante el proceso de generación de vapor se deben distinguir diferentes aspectos importantes a fin de evitar riesgos durante la operación de una caldera, el tratamiento de agua es uno de los ellos.

El agua natural contiene ciertas impurezas que aumentan el consumo de combustibles y el costo de mantenimiento así como la reducción de la vida útil de la caldera.

Para el ingeniero mecánico y personal de operación es muy importante conocer y saber cuáles son las pruebas a realizar a una muestra de agua, entre ellas la determinación de dureza, alcalinidad, **cloruros** y pH.

En particular, los **cloruros** aumentan los sólidos totales presentes en el proceso así como el carácter corrosivo del agua.

- **Calidad del agua según el Código Alimentario Argentino (CAA)**

El Código Alimentario Argentino fue puesto en vigencia por la Ley 18.284, reglamentada por el Decreto 2126/71, y cuyo Anexo I es el texto del CAA. Se trata de un reglamento técnico en permanente actualización que establece las normas higiénico-sanitarias, bromatológicas, de calidad y genuinidad que deben cumplir las personas físicas o jurídicas, los establecimientos, y los productos que caen en su órbita.

Esta normativa tiene como objetivo primordial la protección de la salud de la población, y la buena fe en las transacciones comerciales.

Artículo 982 - (Res Conj. SPRyRS y SAGPyA N° 68/2007 y N° 196/2007)

"Con las denominaciones de **Agua potable de suministro público** y **Agua potable de uso domiciliario**, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico: no deberá contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud. Deberá presentar sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, límpida y transparente."

El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios.

Ambas deberán cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas siguientes:

Características físicas:

Turbiedad: máx. 3 N T U

Color: máx. 5 escala Pt-Co

Olor: sin olores extraños

Características químicas:

pH: 6,5 - 8,5

pH sat.: pH \pm 0,2

Substancias inorgánicas:

Amoníaco (NH₄⁺) máx.: 0,20 mg/l

Antimonio máx.: 0,02 mg/l

Aluminio residual (Al) máx.: 0,20 mg/l

Arsénico (As) máx.: 0,01 mg/l

Boro (B) máx.: 0,5 mg/l

Bromato máx.: 0,01 mg/l

Cadmio (Cd) máx.: 0,005 mg/l

Cianuro (CN⁻) máx.: 0,10 mg/l

Cinc (Zn) máx.: 5,0 mg/l

Cloruro (Cl⁻) máx.: 350 mg/l

Cobre (Cu) máx.: 1,00 mg/l

Cromo (Cr) máx.: 0,05 mg/l

Dureza total (CaCO₃) máx.: 400 mg/l

- **Preguntas y respuestas sobre los cloruros en el agua de consumo**

¿Cuáles son las causas de la presencia de cloruros en el agua que consumimos?

Proceden de la intrusión del agua del mar o de aguas residuales o de vertederos industriales cuando, por ejemplo, se utiliza sal para descongelación.

El cloruro está ampliamente distribuido en la naturaleza en formas de sales de sodio (NaCl) y potasio (KCl). Esto constituye cerca del 0,05% de la corteza terrestre, constituyendo uno de los micronutrientes del suelo.

¿Cómo estamos expuestos al cloruro?

La principal fuente de cloruro son los alimentos, a través de la sal (cloruros y sodio). El cloruro ingerido a través del agua de consumo representa sólo un 2% del total ingerido.

¿Qué se hace para evitar los efectos perjudiciales del cloruro?

Cuando el agua de consumo tiene >350 mg/l de cloruro es muy probable sentir un gusto salado, por lo que normalmente se rechaza para beber.

¿Cómo se puede saber cuál es el contenido de cloruro del agua de la red de suministro?

Como ya hemos dicho, a partir de los 350 mg/l de cloruro es muy probable sentir el gusto salado del agua. Cuando el valor de cloruros supera los 500 mg/l, los responsables del abastecimiento tienen la obligación de comunicarlo a la población.

Actividades (TP 3)

(copia estudiante)

- 1) Con los datos obtenidos experimentalmente, calcular las concentraciones de las soluciones problemas: hidróxido de sodio (NaOH) e iones cloruros (Cl⁻)

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2 \quad (\text{en el punto de equivalencia})$$

- 2) Responda verdadero o falso (V o F):

- # La volumetría es un proceso utilizado para determinar el pH de una solución problema.
- # En la volumetría de precipitación que realizamos en el laboratorio, utilizamos como solución indicadora al nitrato de plata (AgNO₃).
- # Si la reacción entre las sustancias patrón y problema es reversible, no puede ser usada en un proceso volumétrico.
- # En todo proceso volumétrico es necesario conocer la concentración de la solución indicadora.
- # En la volumetría de precipitación que realizamos en el laboratorio, medimos la cantidad de plata contenida en las muestras de agua.

- 3) Marque con una cruz los materiales volumétricos:

erlenmeyer	vaso de precipitado	pipetas
buretas	balanza	probeta
varilla de vidrio	matraz aforado	tubo de ensayo

- 4) Debatir en el grupo de trabajo: que conclusiones o conjeturas pueden sacar sobre el origen de la muestra de agua analizada, según las concentraciones de cloruros calculadas? Fundamentar la respuesta.

Actividades (TP 3)

(copia cátedra)

- 1) Con los datos obtenidos experimentalmente, calcular las concentraciones de las soluciones problemas: hidróxido de sodio (NaOH) e iones cloruros (Cl⁻)

$$V_1 \times N_1 = V_2 \times N_2 \quad (\text{en el punto de equivalencia})$$

- 2) Responda verdadero o falso (V o F):

- # La volumetría es un proceso utilizado para determinar el pH de una solución problema.
- # En la volumetría de precipitación que realizamos en el laboratorio, utilizamos como solución indicadora al nitrato de plata (AgNO₃).
- # Si la reacción entre las sustancias patrón y problema es reversible, no puede ser usada en un proceso volumétrico.
- # En todo proceso volumétrico es necesario conocer la concentración de la solución indicadora.
- # En la volumetría de precipitación que realizamos en el laboratorio, medimos la cantidad de plata contenida en las muestras de agua.

- 3) Marque con una cruz los materiales volumétricos:

erlenmeyer	vaso de precipitado	pipetas
buretas	balanza	probeta
varilla de vidrio	matraz aforado	tubo de ensayo

- 4) Debatir en el grupo de trabajo: que conclusiones o conjeturas pueden sacar sobre el origen de la muestra de agua analizada, según las concentraciones de cloruros calculadas? Fundamentar la respuesta.