

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA



**ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PRÁCTICA PARA LA PREPARACIÓN DE
REACTIVOS QUÍMICOS Y ESTÁNDARES DE USO FRECUENTE EN EL
ANÁLISIS QUÍMICO.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
GERSON ROMEO FRANCO BAIRES
ESTHER MARÍA MELÉNDEZ RAMÍREZ

PARA OPTAR AL GRADO DE:
LICENCIADO EN QUÍMICA Y FARMACIA

16 JULIO, 2003
DE 1841

SAN SALVADOR

EL SALVADOR

CENTRO AMÉRICA



©2004, DERECHOS RESERVADOS

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento,
sin la autorización escrita de la Universidad de El Salvador

<http://virtual.ues.edu.sv/>

SISTEMA BIBLIOTECARIO, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ
RECTORA

LICDA. LIDIA MARGARITA MUÑOZ VELA
SECRETARIA GENERAL

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

LICDA. MARÍA ISABEL RAMOS DE RODAS
DECANA

LICDA. ANA ARELY CÁCERES MAGAÑA
SECRETARIA

COMITÉ DE TRABAJO DE GRADUACIÓN:

COORDINADORA GENERAL:

LICDA. MARÍA CONCEPCIÓN ODETTE RAUDA ACEVEDO

COORDINADORA DE ÁREA:

INDUSTRIA FARMACÉUTICA, COSMÉTICA Y VETERINARIA

LICDA. MERCEDES ROSSANA BRITO DE GÁMEZ

COORDINADORA DE ÁREA:

CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTOS FARMACÉUTICOS,

COSMÉTICOS Y VETERINARIOS

MSC. ROCÍO RUANO DE SANDOVAL

DOCENTE DIRECTOR:

LIC. ARTURO ALFONSO GARCÍA MAZZINI

AGRADECIMIENTOS

A lo largo de este trabajo tengo que agradecer a muchas personas que me brindaron su apoyo desde el comienzo, un agradecimiento especial a mi asesor el Licenciado Alfonso García Mazzini y su familia, quienes siempre me brindaron las puertas abiertas, a mi compañero de tesis porque a lo largo de este trabajo me brindo su amistad, a una profesional magnífica a quien tuve la gran oportunidad de conocer la Licenciada María de los Angeles Pascacio y quien marcó huella en mi visión profesional, a mis amigos quienes siempre han estado conmigo: Chus, Alejandrina, Jorge, Pequis, Moisa, Elena, Verónica y Omar, y a todas aquellas personas que con una sola palabra de aliento aportó a que este trabajo pudiera concretarse.

Esther

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada primero a DIOS quien ha sido el principal autor de este trabajo ya que ha iluminado mi mente en cada línea escrita; a mí familia quienes me han dado las armas necesarias para luchar en la vida, a mi Papá a quien le debo mi serenidad ante las adversidades, a mi Mamá quien ha estado toda la vida a mi lado, a mis dos hermanos Jaime y Francisco quienes han sido y son los que me obligan a ser una mejor profesional cada día, a mi abuelo Patrocinio quien no se duerme cada noche hasta que llegan sus tres nietos a casa, a mis abuelas Adela y Mamá Emma que desde el cielo me han iluminado y a mi novio Javier Gamaliel quien siempre me ha apoyado incondicionalmente y que con su amor ha hecho de mi una persona diferente.

Esther

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de graduación fue una prueba de fuego, sin embargo sin la ayuda de muchas de las personas que considero fundamentales en mi vida, tanto en mis inicios como en la actualidad no hubiera podido ser realidad.

Por esta razón quiero agradecer en primer lugar a Dios Todopoderoso por haberme prestado todo este tiempo; así como a mis padres, “la Gordita” por ser siempre una buena Madre, mi padre José Romeo Franco de quien guardo buenos recuerdos, Don Carlos quien llegó a ser mi segundo padre y lo ha hecho bien; a Ciao Tita quien me brindó toda su ayuda a veces entre regaña – dientes y otras con mucha comprensión, a mi Tía Dinora por que siempre fue un pilar para seguir adelante, así como a Pancho, a Chito y a Moroco.

No me gustaría dejar esta página sin aquellos otros nombres que fueron relevantes para que pudiera finalizar este proyecto, de quienes recibí una palmadita para seguir adelante: al Lic. Mazzini por ser un amigo, a mis asesores o mejor dicho asesoras, por comprenderme y apoyarme, a Esmeralda por su apoyo, a la Lic. Lizet por todos los “desvelos que le regalé”, a la Lic. Paty por creer en mí y darme una oportunidad para crecer, a mis compañeros de trabajo porque con ellos aprendí que juntos se hace la fuerza, a Don Rigo porque siempre creyó que un 8.5 es muy poca cosa, y a todos mis demás amigos quienes colaboraron en crear un lazo de hermandad: a Paty, Claudia Arleth, Karla Mangandí, Claudia Landaverde, Edit, Ericka, Mónica, Héctor y Araujo.

DEDICATORIA

Este proyecto va dedicado en una forma muy especial a cuatro personas que han hecho de mi vida un momento significativo, sin las cuales no hubiera podido alcanzar las estrellas y sueños que me propuse, personas que por lo que son o fueron (como mi padre) dejaron en mi una huella por tratar de imitarlos.

Mi madre, por ser abnegada en sacarnos adelante a mi hermana y a mí, por decidir entregar todo su esfuerzo sólo por el simple hecho de hacerme un hombre de bien y por haberme enseñado que con humildad se alcanzan las metas.

Mi padre, por haber infundado en mí todos los valores por el respeto a los demás y por haber sacrificado siempre su vida por darnos a mi familia y a mí un techo al que pudiéramos llamar hogar.

Mi hermana, porque sin sus consejos todo hubiera sido más difícil de resolver y me parecería que los imposibles son nada más que eso.

Mi padrastro, quien entre risa y gruño siempre representa la figura paterna que por algún tiempo perdí, pero que hoy tengo, quien me apoya.

Gerson Franco

ÍNDICE

Contenido	Nº de Página
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	i
OBJETIVOS	5
<u>CAPÍTULO I</u>	6
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	7
1.1 Terminología utilizada en el análisis químico	7
1.2 Etiqueta de un reactivo químico	15
1.2.1 Definición	15
1.2.2 Partes de una etiqueta química	16
1.3. Definiciones de los componentes de una etiqueta	17
1.3.1 Nombre químico del reactivo	17
1.3.2 Fórmula molecular	17
1.3.3 Peso molecular	17
1.3.4 Número CAS	18
1.3.5 Número de catálogo	18
1.3.6 Tamaño disponible	18
1.3.7 Grado de pureza química	18

1.3.8 Códigos de seguridad	19
1.3.9 Código NFPA	19
1.3.10 Código de almacenamiento	23
1.3.11 Símbolos de peligrosidad	24
<u>CAPÍTULO II</u>	30
2. MANIPULACIÓN Y MANEJO DE REACTIVOS QUÍMICOS EN LABORATORIOS DE ANÁLISIS	31
2.1 Indicaciones generales para los laboratorios de análisis	31
2.2 Clasificación de reactivos químicos por mayor peligrosidad	33
2.3 Almacenamiento y manipulación de sustancias oxidantes o comburentes	34
2.4 Almacenamiento y manipulación de sustancias explosivas	35
2.5 Almacenamiento y manipulación de materiales corrosivos	36
2.6 Almacenamiento y manipulación de sustancias inflamables	37
<u>CAPÍTULO III</u>	39
3. SOLUCIONES, CÁLCULOS Y TÉCNICAS DE PREPARACIÓN	40
3.1 Soluciones ácidas	42
3.2 Soluciones básicas	47
3.3 Soluciones a partir de sales	51

3.4 Soluciones buffer	81
3.4.1 Solución buffer phtalato ácido de potasio - hidróxido de sodio 0.2 M	81
3.4.2 Solución buffer fosfato monopotásico - hidróxido de sodio 0.2 M	81
3.4.3 Solución buffer ácido bórico - cloruro de potasio - hidróxido de sodio 0.2 M	81
3.5 Soluciones indicadoras	89
3.5.1 Indicadores ácido-base de pH	89
3.5.2 Indicadores solubles en agua	93
3.5.3 Indicadores luminiscentes	94
3.5.4 Indicadores universales	95
3.5.5 Indicadores para volumetrías de precipitación	95
3.5.6 Indicadores de almidón para yodimetría y yodometría	96
3.5.7 Indicadores para reacciones Redox (oxidación-reducción)	96
<u>CAPÍTULO IV</u>	98
4. Preparación y almacenamiento de reactivos especiales	99
5. Otros reactivos especiales	116

<u>CAPÍTULO V</u>	120
CONCLUSIONES	121
<u>CAPÍTULO VI</u>	123
RECOMENDACIONES	124
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Abreviaturas y unidades

Anexo N° 2: Determinación de pesos equivalentes

Anexo N° 3: Conversión de normalidad a molaridad y viceversa

Anexo N° 4: Factor de corrección de la normalidad

Anexo N° 5: Uso del pHmetro

Anexo N° 6: Indicadores ácido-base (por orden creciente de zona de viraje)

Anexo N° 7: Guía rápida para el tratamiento de accidentes en el laboratorio

Anexo N° 8: Códigos de seguridad

Anexo N° 9: Etiqueta química

Anexo N° 10: Tabla periódica de los elementos

RESUMEN

La elaboración de esta guía práctica reúne una serie de conceptos y procedimientos que se ponen a la disposición de docentes y estudiantes para tratar de entender y facilitar la correcta preparación de un reactivo o concretamente de una solución.

La guía consta de una parte introductoria que brinda una noción básica de los conceptos utilizados en el análisis químico. Seguidamente se hace mención de los componentes que debe contener una etiqueta del frasco de un reactivo, debido a que muy a menudo ésta no se encuentra en el frasco, o si se encuentra, está mal elaborada y no transmite toda la información fundamental que se necesita conocer, para evitar accidentes y la manipulación correcta de cada reactivo.

Lo fundamental del trabajo lo constituye la elaboración de cuadros y tablas que contienen el nombre de cada reactivo, su concentración más empleada, el uso y la técnica a seguir para su preparación; del mismo modo se muestran los cálculos necesarios según las diferentes molaridades y normalidades de cada reactivo. Las soluciones buffer y las indicadoras se presentan de forma especial, ya que se hacen en base a criterios específicos de preparación siguiendo las normas internacionales.

Finalmente se presenta un listado general de reactivos empleados en los diferentes laboratorios y su determinado uso; así como las conclusiones y recomendaciones.

INTRODUCCIÓN

Una técnica correcta para la preparación de un reactivo, sigue siendo en la actualidad un reto complejo de realizar. Durante los años de estudio de la carrera no siempre se logran definir criterios en la preparación de las soluciones, ya que cuando los instructores desarrollan aptitudes en la preparación de las soluciones, las técnicas en sí no logran ser completamente explicativas o formativas; sino más bien se vuelven un proceso monótono de mecanización que no logra desarrollar la comprensión del porque se debe seguir una secuencia en la elaboración de reactivos y estándares.

Muchos problemas y accidentes surgen en los laboratorios debido a omisiones de orden y reglas generales de manipulación de reactivos, las cuales únicamente pueden evitarse empleando guías prácticas para la preparación de reactivos.

La información que se suele obtener acerca de los procedimientos para la preparación de un reactivo o alguna solución a utilizar en un análisis químico, sea este de carácter cualitativo o cuantitativo, resulta en muchas ocasiones confusa e incluso incomprensible, sin embargo prescindir de la misma, dificultaría en sobre manera la realización práctica de cada una de las técnicas

que apoyan la elaboración de las soluciones utilizadas en función de su interés analítico.

En la actualidad la literatura brinda una variedad de conceptos que permiten definir parcialmente sus significados, por lo que se agruparán aquellos rasgos que enriquezcan dichos fundamentos, obteniéndose de esta manera uniformidad de criterios y universalidad de los términos útiles en el análisis químico, los cuales muchas veces por sí mismos ofrecen una información implícita.

OBJETIVOS

1. Objetivo General:

Elaborar una guía práctica para la preparación de reactivos químicos y estándares de uso frecuente en el análisis químico.

2. Objetivos Específicos:

- 2.1 Presentar una serie de indicaciones acerca de la manipulación y manejo de los diferentes reactivos químicos.
- 2.2 Indicar la forma correcta de leer la información que se presenta en la etiqueta del frasco de un reactivo.
- 2.3 Establecer procedimientos estándares para la preparación de soluciones con sus respectivos cálculos, utilizadas en el análisis químico.
- 2.4 Establecer las precauciones para el correcto almacenamiento de un reactivo químico.
- 2.5 Especificar el tipo de envases que deben ser utilizados para los diferentes reactivos químicos que se emplean en el análisis químico.
- 2.6 Describir los diferentes usos que tienen los reactivos frecuentemente utilizados en los laboratorios de análisis.

CAPÍTULO I

1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 Terminología utilizada en el análisis químico:

A continuación se presentan aquellos conceptos que sirven de referencia para la mejor comprensión de la temática de la preparación de reactivos químicos:

- Ácido: especie química que es capaz de donar protones a otra especie. ⁷

- Alícuota: es la parte del volumen total de un líquido tomada por medio de una pipeta volumétrica, la cual puede ser analizada posteriormente o servir como blanco. ¹⁵

- Análisis Cualitativo: es el tipo de estudio que trata de identificar los elementos y la forma como se encuentran en la muestra, ya sean estos cargados negativa (aniones) o positivamente (cationes). ¹⁵

- Análisis Cuantitativo: es el estudio que trata de cuantificar uno o varios elementos que se encuentran presentes en una muestra. ¹⁵

Análisis Gravimétrico: es el grupo de métodos analíticos en los que se determina la cantidad de analito con la medición de la masa de una sustancia pura contenida en el analito. ¹⁵

– Análisis Volumétrico: es una subdivisión del análisis cuantitativo que consiste en la cuantificación del volumen de un analito. ¹⁵

– Analito: es la especie química presente en una muestra de la cual se busca información analítica. ¹⁵

– Base: es la especie química que es capaz de aceptar protones de otra especie que los dona (ácido). ⁷

– Blanco: es aquella solución preparada con la misma cantidad de los reactivos y la misma forma de preparación que aquella solución o especie bajo prueba, sin contener la sustancia a analizar. ⁹

– Deflagración: explosión profunda por descomposición incompleta que se comunica en breves intervalos, de partícula a partícula con desarrollo de llama y crepitación. ¹

– Estándar de referencia: es una sustancia que se utiliza como patrón de comparación en pruebas y ensayos para relacionarla con muestras desconocidas que se sospecha contienen dicha sustancia. Se abrevia como RS por sus siglas en inglés (Reference Standard).⁹

Es una sustancia compleja que ha sido analizada exhaustivamente.¹⁵

– Estándar Primario: es una sustancia utilizada para valorar o analizar la concentración de una solución que se desconoce. Debe ser fácil de obtener, purificar, secar y conservar en estado puro. Debe poseer un peso equivalente alto para disminuir el error de pesada, debe ser sólido, fácilmente soluble en el disolvente a emplear y no dar coloración en solución. Ejemplo: CaCO_3 .⁹

– Estandarización: es el proceso analítico que permite determinar o cuantificar con exactitud la concentración de una solución preparada en la práctica, teniendo como referencia un estándar primario.¹⁵

– Peso Equivalente: es el peso en gramos de los equivalentes de una sustancia, base específica para expresar la masa en términos químicos. Es semejante, pero distinta de la masa molar.¹⁵

– Peso Fórmula: suma de las masas atómicas de la fórmula química de una sustancia. Sinónimo de peso fórmula gramo.¹⁵

- Peso Molecular: es el peso en gramos de un mol de sustancia. Sinónimo de masa molecular. ¹⁵

- Porcentaje Peso en Peso: es una expresión que demuestra el número de gramos de una sustancia en 100 g de solución o mezcla, se suele abreviar como w/w por sus siglas en inglés (weight / weight) o P/P (peso / peso). ⁹

- Porcentaje Peso en Volumen: se abrevia como w/v (weight / volume) o P/V (peso / volumen). Es la relación entre el número de gramos de una sustancia en 100 mL de solución y se utiliza indistintamente del solvente que se emplea. ⁹

- Porcentaje Volumen en Volumen: abreviado como v/v (volume / volume) es una expresión que denota el número de mililitros de una sustancia en 100 mL de solución. ⁹

- Punto de Equivalencia: es el punto en una titulación donde la cantidad del titulante patrón añadido equivale química y cuantitativamente a la cantidad de analito que hay en la muestra. ¹⁵

- Punto Final: es el cambio que se puede observar durante una titulación y que indica que la cantidad de titulante agregado es química y cuantitativamente

equivalente a la del analito presente en la muestra. El punto final no coincide necesariamente con el punto de equivalencia.¹⁵

– Reactivo: es toda sustancia pura que se emplea tal y como es o que se encuentra siendo componente en una solución.⁹

Es todo compuesto químico que puesto en contacto con una o varias sustancias produce fenómenos característicos, capaces de permitir el reconocimiento o valoración de la sustancia en examen.¹

– Solución: es una mezcla homogénea de sustancias que pueden ser separadas variando el estado físico que se encuentra alguna de ellas, teniendo propiedades que varían de acuerdo a la relación o proporción en que se encuentren sus componentes.⁹

Es una fase líquida o sólida que contiene diversas sustancias, una de las cuales llamada disolvente; se considera que realiza una función diferente a la de las otras, llamadas solutos. Ej.: la mezcla y el acero.¹

– Solución Buffer: es una solución que tiende a resistir los cambios en los pH como consecuencia de una disolución al añadir pequeñas cantidades de ácidos o base débiles.²¹

- Solución Colorimétrica: es una solución utilizada en la preparación de estándares colorimétricos con el fin de servir como patrones de comparación, es abreviado como CS (Colorimetric Solution) por sus siglas en inglés. ⁹

- Solución de Prueba: TS (Test Solution): es una solución de una sustancia o reactivo que está disuelta en un solvente adecuado para poseer una concentración definida, siendo útiles con propósitos específicos, como por ejemplo para una valoración o una identificación. ⁹

- Solución Diluida: es una solución que contiene una pequeña cantidad de sustancia (solute) disuelta en una cantidad grande de solvente. Generalmente se refiere a los ácidos, los cuales van diluidos al 10% P/V. Ej.: ácido clorhídrico y ácido sulfúrico. ¹⁵

- Solución Formal: representada por **F**, es el número de veces que un peso fórmula-gramo está presente en un litro de solución. Se puede decir que una solución es “uno formal” cuando un peso fórmula gramo de sustancia está contenido en un litro de solución. El término formal se aplica a sustancias iónicas o moleculares. ¹⁵

- Solución Molal: representada por **m**, es aquella en la que un peso molécula-gramo o un peso fórmula-gramo de soluto está disuelto en 1000 g de

solvente, algunos también la definen como solución molal al número de moles soluto por cada 1000 g de solvente. ¹⁵

– Solución Molar: representada por **M**, es aquella que contiene el número de moles de soluto por litro de solución; o también es, aquella que contiene un peso fórmula-gramo o un peso molécula-gramo de una sustancia disuelto en un litro de solución.

Una solución tiene la misma normalidad y molaridad si sus pesos equivalentes y moleculares son divisibles entre uno. ¹⁵

– Solución Normal: representada por **N**, es el número de equivalente gramos de soluto que hay en un litro de solución. Es importante observar que se hace referencia a peso de sustancia por litro de solución y no peso de sustancia por litro de disolvente. ¹⁵

– Solución Saturada: es una solución que contiene la máxima cantidad de sustancia que puede disolverse en condiciones normales de operación (a una temperatura de 25° C y a una atmósfera de presión).¹⁵

- Solución Volumétrica: se abrevia como VS (Volumetric Solution). Es una solución de reactivos de concentración conocida, destinada para el uso en determinaciones cuantitativas.⁹
- Titulante o Valorante: es el reactivo o solución estándar que se agrega sobre un analito (sustancia desconocida) mediante el uso de un instrumento volumétrico con el propósito de hacer que ambos reaccionen.¹⁵

Nota: Estos dos últimos términos pueden ser empleados indistintamente como sinónimos, sin embargo depende de la literatura que se consulte, así se dará su uso.

1.2 Etiqueta de un Reactivo Químico^{6, 19, 20}

1.2.1 Definición de una Etiqueta Química

La etiqueta de un reactivo químico a la cual se le puede llamar “etiqueta química”, es un membrete adhesivo que se adjunta a un frasco o recipiente la cual contiene una serie de datos que destacan la importancia del reactivo y sus principales características.

En ninguna literatura se describe la forma correcta de cómo leer la etiqueta química, lo cual representa una gran dificultad; ya que al saber emplear la información que ésta contiene, la manipulación del reactivo químico se vuelve más fácil y se hace menos riesgosa para el manipulador, pudiéndose hacer una reflexión básica antes de iniciar el uso o manejo de un reactivo: “se tiene que conocer la forma correcta de leer la información de la etiqueta para poder asegurar el bienestar de todos los que manipulan sustancias peligrosas”.

Uno de los aspectos necesarios de recalcar, es el hecho de que la información no siempre viene en idioma español o castellano, razón que imposibilita muy a menudo la comprensión de datos y dificulta el proceso de conocimiento de las indicaciones. Son muy pocas las casas fabricantes que brindan la información en varios idiomas, lo cual puede ser muy útil y aportar una ayuda para las personas que desconocen otro idioma diferente al español.

1.2.2 Partes de una Etiqueta Química ^{6, 20, 21}

Las casas fabricantes tienen sus propios formatos para la estructuración de las etiquetas químicas, independientemente del diseño que se estime para colocar la información siempre es necesario que se coloquen datos básicos como:

- Nombre de la sustancia o reactivo y sinónimos.
- Fórmula y Peso Molecular.
- Número CAS.
- Número de catálogo – tamaño disponible.
- Propiedades físicas: estado, densidad, punto de ignición, punto de fusión, punto de ebullición, viscosidad, rotación óptica, descenso crioscópico, y pH.
- Propiedades químicas: ácido, base, peróxido, oxidante, explosivo.
- Grado de pureza química.
- Pictograma de representación de peligrosidad.
 - a) Código NFPA.
 - b) Código de almacenamiento.
 - c) Símbolos de peligrosidad.
- Datos de referencia de seguridad y transporte.
- Indicaciones de riesgo y consejos de cuidados.
- Nombre y dirección del fabricante.

(Ver anexo N° 9)

1.3 Definiciones de los Componentes de una Etiqueta.^{6, 19}

1.3.1 Nombre químico del reactivo: depende de la casa fabricante, algunos se rigen según el sistema de nomenclatura de la IUPAC el cual es usado internacionalmente; sin embargo, otros incluyen además un nombre alternativo con el cual puede reconocerse fácilmente el producto o reactivo.¹⁹

1.3.2 Fórmula Molecular: es la forma de representación de la molécula de un compuesto, la cual indica la clase de átomos y la cantidad de cada uno de ellos en el compuesto.

Ejemplo: Ácido Clorhídrico → HCl

Se escribe en forma lineal sin especificar detalles en cuanto a estructura y configuración en el espacio.

1.3.3 Peso Molecular: es el peso en gramos de un mol de sustancia. En otras palabras no es más que la suma de los pesos atómicos de cada uno de los elementos que conforman la sustancia

Ejemplo: H₂O — H = 1 g / mol x 2 = 2

O = 16 g / mol x 1 = $\frac{16}{18}$

1.3.4 Número CAS: es el número inscrito en todas las etiquetas de los frascos de reactivos. Es el número internacional de identificación de los reactivos, es decir que bajo éste se conoce el reactivo mundialmente, sin importar la compañía que lo produzca. ¹⁹

1.3.5 Número de Catálogo: este número depende de la compañía suministrante y de que catálogo ha sido tomado dicho reactivo químico, este puede ser de mucha utilidad en caso que el usuario necesite hacer una nueva compra. ¹⁹

1.3.6 Tamaño disponible: es la cantidad en mililitros o gramos que viene de un reactivo determinado en un frasco.

1.3.7 Grado de pureza química: es el nivel de purificación que posee un reactivo, dependiendo del uso que éste vaya a recibir; puede ser clasificado de la siguiente forma:

- a) Grado Químico EMD: es un grado educativo escolar, el cual es adecuado para muchas necesidades en un laboratorio educativo. ⁶
- b) Grado Educativo: es el más económico de los grados comerciales, con frecuencia posee un grado de pureza ACS. ⁶
- c) Grado HPLC: es el grado aplicado a reactivos de uso específico en instrumentos de HPLC. Debe reunir especificaciones ACS. ⁶

- d) Grado Espectrofotométrico: para espectrofotometría, reúnen especificaciones ACS. También se emplean en detectores con longitud de onda ultravioleta y visible. ⁶
- e) Grado ACS: reúnen las especificaciones ACS más recientes, utilizadas en aplicaciones analíticas con especificaciones de ajuste de la American Chemical Society. ⁶
- f) Grado USP: es aquel nivel que reúne las condiciones establecidas en la Farmacopea de los Estados Unidos. ⁶
- g) Grado Reactivo: se usa en pruebas analíticas generales. ⁶
- h) Grado Cromatográfico: cumple con las exigencias de los disolventes para cromatografía (en sus diferentes aplicaciones), tienen una alta transmitancia UV, bajo contenido de partículas, baja acidez o alcalinidad y bajo residuo de evaporación, así como de agua. ²⁴

1.3.8 Códigos de Seguridad: Son una serie de indicaciones establecidas por diferentes organismos mundiales, cuyo objeto principal es proteger a los usuarios de probables peligros o accidentes en la manipulación de reactivos (ver anexo N° 8) ⁶

1.3.9 Código NFPA: la clasificación de La Asociación Nacional de Protección de Incendios provee información relativa a la gravedad de riesgos agudos (salud, inflamabilidad, reactividad) y relata las exposiciones al fuego y consideraciones de control, cada una de las cuales se indican por un rombo de diferente color dependiendo de su clasificación. ¹⁹

SALUD¹⁹: Se representan cada uno de los pictogramas mediante un rombo color azul, el cual posee en su interior un número que indica el nivel de riesgo que tiene para la salud el reactivo, desde el mayor (Nº 4) hasta el menor (Nº 0).



Exposición muy corta al material, puede causar muerte o un daño residual mayor, aún si el tratamiento médico es dado pronto.



Exposición corta al material puede causar daño temporal serio o residual aún si el tratamiento médico es dado pronto.



Exposición intensa o continua al material puede causar incapacidad temporal o posiblemente daño residual, a menos que el tratamiento médico sea dado pronto.



Exposición al material causará irritación, pero sólo daño residual menor, aún y cuando se dé tratamiento.



Exposición a materiales bajo condiciones de incendio, no ofrecen riesgo más allá que el del material combustible ordinario.

INFLAMABILIDAD ¹⁹: Se representan cada uno de los pictogramas mediante un rombo color rojo, el cual posee en su interior un número que indica el nivel de riesgo que tiene de ser inflamable el reactivo, desde el mayor (Nº 4) hasta el menor grado (Nº 0).



El material en forma rápida, se evaporará completamente a presión atmosférica y temperatura ambiente normal o se quemará fácilmente cuando es dispersado en el aire.



Líquido o sólido que se puede auto-encender bajo casi todas las condiciones de temperatura ambiente.



Material que debe ser moderadamente calentado o expuesto relativamente a altas temperatura antes de que pueda ocurrir ignición.



Material que debe ser precalentado antes de que la ignición pueda ocurrir.



Material que no se quemará.

REACTIVIDAD¹⁹: Se representan cada uno de los pictogramas mediante un rombo color amarillo, el cual posee en su interior un número que indica el nivel de riesgo que tiene de reaccionar, desde el mayor (Nº 4) hasta el menor (Nº 0).



Material que es fácilmente capaz de detonar, descomponerse explotar o reaccionar a temperatura y presiones normales.



Material que es capaz de detonar o explotar, pero requiere una fuente iniciadora fuerte o debe ser calentado bajo encierro antes de reaccionar o puede reaccionar explosivamente con el agua.



Material que es normalmente inestable y fácilmente sufre cambio químico violento pero no detona, además puede reaccionar violentamente con agua o puede formar mezclas potencialmente explosivas con el agua.



Material que es normalmente estable pero puede llegar a ser inestable a temperatura y presiones elevadas o puede reaccionar con el agua con algún desprendimiento de energía pero no violentamente.



Material que es normalmente estable aún bajo condiciones de exposición a incendios y no es reactivo con el agua.

PRECAUCIONES ESPECIALES¹⁹: Son pictogramas que muestran indicaciones extra que se pueden colocar en los reactivos, cuando estos así lo ameriten, estos se representan siempre por un rombo, el cual es de color blanco.



Material que es oxidante.



Material que es peligroso cuando entra en contacto con la humedad o el agua.

1.3.10 Código de Almacenamiento¹⁹: Los riesgos potenciales para almacenar los reactivos van codificados por colores, estos indicadores de color permiten que el manipulador con una simple observación sepa como debe almacenarse:



ROJO: Inflamable, almacenar en áreas designadas para reactivos inflamables.



AMARILLO: Reactivos oxidantes y muy reactivos, pueden reaccionar violentamente con el aire, agua y otras sustancias; almacenar lejos de materiales inflamables y combustibles.



AZUL: Riesgo para la salud, tóxico si es inhalado, ingerido o absorbido a través de la piel, almacenar en área segura.



BLANCO: Corrosivo: puede dañar la piel, ojos, membranas mucosas, almacenar lejos de reactivos codificados con color rojo, amarillo y azul.



GRIS: Presenta no más que riesgos moderados en cualquier categoría para almacenar químicos de forma general.

1.3.11 Símbolos de Peligrosidad: son aquellos pictogramas que indican el tipo de riesgo que presenta el reactivo al momento de su manipulación, los cuales se representan mediante un gráfico de acuerdo a la clasificación que el reactivo tiene en un cuadro con fondo color naranja. ¹⁹



E: explosivo

Clasificación: Sustancias y preparaciones que reaccionan exotérmicamente, también sin oxígeno y que detonan según condiciones de ensayo fijadas, deflagran rápidamente o que pueden explotar al calentar bajo inclusión parcial.

Precaución: Evitar choque, percusión, fricción, formación de chispas, fuego y acción de calor. ¹⁹



Xn: nocivo

Clasificación: La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea pueden provocar daños para la salud agudos o crónicos. En el caso de sospecha de daños graves para la salud, posiblemente irreversibles, por absorción única, repetida o prolongada, especialmente en caso de sospecha de efectos cancerígenos, mutagénicos y tóxicos en la reproducción (peligrosos para la reproducción). Peligro de sensibilización por inhalación.

Precaución: Evitar el contacto con el cuerpo humano. En el caso de sustancias que se encuentran bajo sospecha de ser cancerígenas, mutagénicas o tóxicos en la reproducción, se hará referencia a estas circunstancias.¹⁹



N: Peligroso para el medio ambiente

Clasificación: En caso de ser liberado en el medio ambiente acuático y no acuático puede producirse un daño del ecosistema por cambio del equilibrio natural, inmediatamente o con posterioridad. Ciertas sustancias o sus productos de transformación pueden alterar simultáneamente diversos compartimentos.

Precaución: Según sea el potencial de peligro, no dejar que alcancen la canalización, el suelo o el medio ambiente, observar las prescripciones de eliminación de residuos especiales. ¹⁹



O: Comburente

Clasificación: Peróxidos orgánicos que son combustibles aunque no estén en contacto con materiales combustibles. Otras sustancias y preparaciones que normalmente ellas mismas no son combustibles pero que en contacto con materiales combustibles, sobre todo por cesión de oxígeno, aumentan considerablemente el peligro de incendio y la violencia del mismo.

Precaución: Evitar todo contacto con sustancias combustibles.

Peligro de inflamación: Pueden favorecer los incendios comenzados y dificultar su extinción. ¹⁹



F: Fácilmente inflamable

Clasificación: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 21°C pero que no son altamente inflamables. Sustancias sólidas y preparaciones que por acción breve de una fuente de inflamación pueden inflamarse fácilmente y luego pueden continuar quemándose o permanecer incandescentes.

Precaución: Mantener lejos de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor. ¹⁹



F+: Extremadamente Inflamable

Clasificación: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 0°C y un punto de ebullición de máximo de 35°C. Gases y mezclas de gases que a presión normal y temperatura usual son inflamables en el aire.

Precaución: Mantener lejos de llamas abiertas, chispas y fuentes de calor. ¹⁹



T: Tóxico

Clasificación: La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea en pequeña cantidad, pueden conducir a daños para la salud de magnitud considerable, eventualmente con consecuencias mortales. En caso de sospecha de daños graves para la salud, posiblemente irreversibles, por absorción única, repetida o prolongada, especialmente en el caso de efectos cancerígenos, mutagénicos y tóxicos para la reproducción.

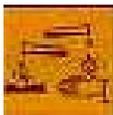
Precaución: Evitar cualquier contacto con el cuerpo humano. En caso de malestar consultar inmediatamente al médico. En el caso de sustancias clasificadas como cancerígenas, mutagénicas o tóxicas para la reproducción, se hace referencia a estos peligros. En el caso de manipulación de éstas sustancias deben observarse prescripciones especiales. ¹⁹



T+: Muy Tóxico

Clasificación: La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea en muy pequeña cantidad pueden conducir a daños de considerable magnitud para la salud, posiblemente con consecuencias mortales. En caso de sospecha de daños graves para la salud, posiblemente irreversibles, por absorción única, repetida o prolongada.

Atención: Evitar cualquier contacto con el cuerpo humano. En caso de malestar consultar inmediatamente al médico. ¹⁹



C: Corrosivo

Clasificación: Destrucción del tejido cutáneo en todo su espesor en el caso de piel sana o intacta.

Precaución: Mediante medidas protectoras especiales evitar el contacto con los ojos, piel y vestidos. No inhalar los vapores. En caso de accidente o malestar consultar inmediatamente al médico. ¹⁹



Xi: Irritante

Clasificación: Sin ser corrosivas, pueden producir inflamaciones en caso de contacto breve, prolongado o repetido con la piel o las mucosas. Peligro de sensibilización en caso de contacto con la piel.

Precaución: Evitar contacto con ojos y piel; no inhalar vapores. ¹⁹

CAPÍTULO II

2. Manipulación y Manejo de Reactivos Químicos^{8, 19, 23}

No existen datos sobre las propiedades toxicológicas de un producto determinado, razón por la cual no pueden descartarse propiedades peligrosas del mismo, la sustancia debe manipularse con la precaución usual en el caso de productos químicos tóxicos.

Durante la manipulación con productos químicos deberían de tenerse en cuenta las siguientes medidas de precaución, también en el caso de que la etiqueta no lleve impresos datos sobre peligrosidad.

2.1 Indicaciones Generales para los Laboratorios de Análisis^{8, 23}

- a. Procurar que el laboratorio esté siempre limpio y ordenado.
- b. Manipular productos y aparatos sólo cuando sean necesarios para la realización de algún trabajo.
- c. Mantener cerrada la parte frontal de las campanas extractoras de gases.
- d. Si fuese necesario, rotular otros frascos como mínimo con la denominación química, con los símbolos de peligrosidad y las descripciones de seguridad correspondientes.
- e. Mantener los recipientes que contengan sustancias peligrosas a una altura tal que se puedan tomar y depositar con seguridad.

- f. En lo posible, mantener bajo llave los productos químicos tóxicos y muy tóxicos.
- g. Almacenar los productos peligrosos que desprenden vapores en lugares permanentemente ventilados.
- h. Comprobar anualmente los productos químicos depositados en el laboratorio y eliminar aquellos que ya no se necesiten o estén caducados.
- i. No pipetear nunca con la boca, utilizar para ello dispositivos mecánicos.
- j. No comer, beber o fumar en el laboratorio.
- k. No guardar juntos alimentos y productos químicos. No utilizar para guardar productos químicos envases destinados normalmente a guardar alimentos.
- l. Abandonar rápidamente el laboratorio si de forma inesperada se producen gases, vapores o materias en suspensión y estos puedan producir cantidades peligrosas. Avisar al resto del personal. La eliminación de la situación de riesgo sólo debe realizarse bajo medidas de protección adecuadas
- m. Realizar trabajos con sustancias auto-inflamables sólo bajo campana de extracción de gases y mantener a la mano medidas de extinción adecuadas.

- n. Determinar la ausencia de peróxidos antes de destilar o evaporar líquidos que tiendan a la formación de los mismos y eliminarlos de forma adecuada.
- o. Mantener protegidos de la luz los líquidos que tiendan a la formación de peróxidos orgánicos.
- p. Utilizar siempre las medidas personales de seguridad. Las máscaras y prendas de protección total no forman parte permanente de estas medidas.
- q. Al trabajar en el laboratorio utilizar ropa y calzado adecuado.
- r. En el laboratorio utilizar permanentemente gafas con suficiente protección lateral.
- s. Utilizar guantes de protección adecuados siempre que no se puedan excluir riesgos para las manos. Antes de usarlos, comprobar que no están deteriorados y desechar de inmediato aquellos que no puedan utilizarse.

2.2 Clasificación de Reactivos Químicos por Mayor Peligrosidad ¹⁹

Las sustancias o reactivos químicos se clasifican en diferentes grupos, cada uno tiene las precauciones para su correcta manipulación y almacenamiento; se han escogido los grupos de mayor uso y peligrosidad para el usuario, teniendo siempre en consideración que entre ellos deben ser almacenados separadamente, por lo cual se presentan los siguientes:

1. Sustancias Oxidantes o Comburentes
2. Sustancias Explosivas
3. Sustancias Corrosivas
4. Sustancias Inflamables

2.3 Almacenamiento y Manipulación de Sustancias Oxidantes o Comburentes²³

- a. No deben utilizarse los recipientes de compuestos que formen peróxidos, después de un mes de su apertura. Los recipientes que no se hayan abierto, tendrán una caducidad de 12 meses.
- b. Los éteres deben comprarse en pequeñas cantidades y utilizarse en un período de tiempo breve.
- c. Se debe incluir la fecha de compra en los recipientes de compuestos que formen peróxidos.
- d. Debe anotarse la fecha de utilización al abrir un frasco.
- e. Se deben mantener alejados del calor, la luz y las fuentes de ignición.
- f. El almacenamiento debe realizarse en una sala fría, seca, bien ventilada, protegida de la luz directa del sol. Debe estar protegida de las temperaturas extremas y los cambios bruscos de temperatura.
- g. Los recipientes de almacenamiento deben ser de vidrio, o inertes, preferiblemente irrompibles, de color ámbar. Deben estar bien cerrados

y almacenados en una zona bien ventilada. No se debe utilizar tapones de corcho o de goma.

- h. Antes de abrir los recipientes de vidrio, se debe revisar si hay depósito de sólidos (cristales) o líquidos viscosos en el fondo. Ello indicará la formación de peróxidos. Si están presentes no se debe abrir el recipiente.

2.4 Almacenamiento y Manipulación de Sustancias Explosivas ²³

Se debe evitar:

- a. Mezclar sustancias químicas inflamables con oxidantes.
- b. Fugas de gases inflamables.
- c. Calentar gases comprimidos o licuados.
- d. Que las temperaturas fluctúen incontroladamente durante la manipulación y el manejo cuando se utilizan reactivos químicos explosivos, como al poner en contacto, de repente, un líquido caliente (por ejemplo aceite) con un material de bajo punto de ebullición.
- e. Mezclar materiales inflamables con catalizadores (por ejemplo, los ácidos o las bases catalizan una polimerización explosiva de la acroleína).
- f. Productos de descomposición explosiva de peróxidos procedentes de la acumulación en los contenedores durante el almacenamiento.
- g. Mezclar ácido nítrico con acetona.

h. Destilar éteres, salvo si están libres de peróxidos.

2.5 Almacenamiento y Manipulación de Materiales Corrosivos ²³

- a. Los ácidos, las bases y los materiales corrosivos se deben separar de los materiales orgánicos inflamables.
- b. Los materiales corrosivos se deben almacenar cerca del suelo para minimizar el peligro de caída de las estanterías. Se deben almacenar en áreas frías, secas y bien ventiladas, alejadas de la luz solar.
- c. El área de almacenamiento no debe estar sometida a cambios bruscos de temperatura.
- d. Se debe llevar el equipo de protección adecuado (gabacha de laboratorio, guantes de caucho y protección ocular contra salpicaduras). Si hubiera peligro de salpicaduras frecuentes, también se debe llevar protección en la cara.
- e. Los materiales corrosivos deben utilizarse en una campana extractora de gases para protegerse de la posible generación de humos peligrosos o nocivos.
- f. Los reactivos deben añadirse lentamente. SIEMPRE SE DEBE AÑADIR LOS ÁCIDOS SOBRE EL AGUA, nunca el agua sobre el ácido. Durante la adición de reactivos, el ácido se deja resbalar por las paredes del recipiente y luego se mezcla lentamente.

- g. Los materiales corrosivos deben transportarse en contenedores resistentes.

2.6 Almacenamiento y Manipulación de Sustancias Inflamables ²³

- a. Los materiales inflamables no deben almacenarse jamás cerca de ácidos
- b. Las áreas de almacenamiento deben estar suficientemente frías para evitar la ignición en el caso de que los vapores se mezclaran con el aire.
- c. Deben estar bien ventiladas para evitar acumulación de vapores.
- d. Se debe evitar almacenar materiales inflamables en neveras convencionales (que no son a prueba de explosiones), las chispas producidas por las luces interiores o los termostatos pueden generar ignición de los materiales inflamables que hubiera en el interior de la nevera, provocando un peligro de explosión.
- e. Las áreas de almacenamiento deben tener materiales de limpieza de derrames y equipo adecuado contra incendios a las proximidades. Los extintores portátiles deben ser de espuma química seca o de dióxido de carbono.
- f. Las áreas de almacenamiento deben revisarse periódicamente para detectar deficiencias y los materiales inflamables deben almacenarse en cantidades mínimas.

- g. Los líquidos inflamables deben separarse en categorías dependiendo de su punto de ignición.
- h. Se debe colocar un anuncio bien visible de NO FUMAR en los lugares de uso y almacenamiento de materiales inflamables.
- i. Se debe utilizar guantes cuando se manipulan líquidos o vapores inflamables.
- j. La decantación de líquidos inflamables o combustibles sólo se debe llevar a cabo en una campana extractora o en un almacén acondicionado.
- k. Se debe estar seguro de que no haya cerca ninguna fuente de ignición cuando se transfiere o se usa un líquido inflamable
- l. No se debe usar directamente llamas de mecheros o placas calefactoras para calentar líquidos inflamables.
- m. No debe utilizarse agua para limpiar los derrames de un líquido inflamable.
- n. Los restos de líquidos inflamables no se deben echar al desagüe.

CAPÍTULO III

3. Soluciones, Cálculos y Técnica de Preparación. ^{2, 9, 14}

La preparación de reactivos a nivel de laboratorio muchas veces se presenta de una manera muy confusa y de difícil comprensión, adicionado a esto se puede presentar el problema que aparece una técnica de preparación que es imposible realizar, debido a que no se cuenta con equipo especial o con suficientes medios económicos para obtener todos los reactivos que se necesitan para prepararlos correctamente.

Sin embargo, al tomar en cuenta lo que representa la terminología química, se puede obtener la cantidad de sustancia teórica que necesita una solución para una concentración deseada y de esta forma iniciar lo que se denomina como preparación de reactivos y comenzar así una guía o técnica comprensible para la obtención de una solución "X" o "Y", molar o normal.

Existen diferentes tipos de soluciones usadas en el análisis químico de las cuales se hace necesario conocer con mayor profundidad su preparación, para ello se dividen por grupos según sus características similares.

Indicaciones Generales:

Las técnicas de preparación de las siguientes soluciones están basadas en sus propiedades físicas tales como: porcentaje de pureza, densidad (g / mL), peso molecular y peso equivalente.

El primer paso consiste en determinar la cantidad de reactivo a utilizar en base al peso molecular o al peso equivalente, a continuación se determina la cantidad a utilizar en base a su porcentaje de pureza y si en caso fuese líquido

especificar el volumen de acuerdo a la densidad; si el reactivo fuera sólido tomar el peso en gramos para la concentración deseada y llevar a volumen calculado en un balón volumétrico adecuado. Siempre hay que recordar agregar el soluto sobre el solvente, excepto en aquellos casos en que se indique lo contrario. Tener en cuenta que ya preparada la solución se debe envasar en un frasco apropiado, el cual se rotulará con el nombre de reactivo, concentración y fecha de preparación.

Los frascos a utilizar para almacenar reactivos por lo general son:

En el caso de ácidos: frasco de vidrio y tapón de plástico resistente o nalgene, o tapón de vidrio.

En el caso de los álcalis: frasco y tapón plástico de polietileno.

En el caso de las sales de plata: frasco ámbar y tapón plástico.

En el caso de indicadores: frasco de vidrio color ámbar con gotero.

Y para soluciones buffer, de EDTA, de calcio y de magnesio utilizar frascos de plástico.

Consejos prácticos para la preparación de reactivos:

- Para mayor exactitud los reactivos líquidos se miden en bureta y los sólidos en balanza analítica (cantidades menores de un gramo) y en balanza semi – analítica (cantidades mayores de diez gramos).
- Los aforos se realizan a temperatura ambiente y con agua destilada.

- Todas las soluciones se almacenan en general en lugares frescos, bien ventilados, lejos de fuentes de calor, debidamente etiquetados y en estantes accesibles al usuario.
- Las soluciones que se diluyen deben ser agitadas hasta homogeneidad después del aforo.
- Las soluciones deben ser agitadas paso a paso durante su preparación.

3.1 Soluciones Ácidas: ^{15, 19}

Todas las soluciones en su mayoría han sido preparadas al 1M y su equivalente normal (N) según sea el caso, previo a dicha preparación se desarrollan los cálculos tomando valores establecidos de peso molecular, peso equivalente, densidad o porcentaje de pureza. ¹⁵

Como ejemplo a continuación los cálculos para una solución ácida:

Ácido acético: ¹⁹

Fórmula: CH₃-COOH

PM = 60.052

Peq = 60.052

D (g / mL) = 1.05

% de pureza = 99.8 % P/P

Cálculos para obtener 1 litro de una solución 1 M:

Como la solución no está al 100% pura se hace lo siguiente:

99.8 g ----- 100 g

60.052 g ----- X X = 60.17 g

Con la fórmula de la densidad se encuentra el volumen:

$$D = \frac{m}{V}$$

Despejando:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{60.17 \text{ g}}{1.05 \text{ g/mL}} = 57.5 \text{ mL para 1 litro de solución 1 M}$$

Para las otras normalidades y molaridades únicamente se multiplica por el valor del volumen obtenido:

$$57.5 \text{ mL (3 M)} = 172.5 \text{ mL para 1 litro de solución 3 N y 3 M}$$

$$57.5 \text{ mL (2 M)} = 115 \text{ mL para 1 litro de solución 2 N y 2M}$$

En el caso del ácido acético la N y M es equivalente porque el número de hidrógenos es 1, pero cuando se trata del ácido sulfúrico la normalidad es el doble de la molaridad, en el caso del ácido fosfórico la normalidad es el triple de la molaridad, pues el número de hidrógenos es diferente a 1.



Fig. 1: Reactivos Ácidos.

Cuadro 1: Preparación de Reactivos Ácidos ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
<p>Ácido Acético CH₃ – COOH</p> <p>Para acidular.</p>	<p>1 M</p> <p>o</p> <p>1 N</p>	<p>Medir con bureta 57.5 mL de ácido acético al 99.8% P/P de pureza y d = 1.05 g/mL, colocar en un beaker de 1000 ml aproximadamente 500 ml de agua destilada fría y agregar el ácido lentamente con agitación constante, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad completar volumen y envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de vidrio, tapón de vidrio, boca angosta.</p>
<p>Ácido Bórico H₃BO₃</p> <p>Para acidular.</p> <p>Ácido reductor.</p>	<p>0.5 M</p>	<p>Pesar cuidadosamente 30.92 g de ácido bórico 100% puro en un beaker, agregar una pequeña cantidad de agua destilada y hacer lavados continuos, transferir a un balón volumétrico de 1000 mL y completar volumen. Envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de plástico.</p>
<p>Ácido Clorhídrico HCl</p> <p>Para acidular.</p> <p>Reductor.</p>	<p>1 M</p> <p>o</p> <p>1 N</p>	<p>Medir con bureta 82.50 mL de ácido clorhídrico al 37% P/P de pureza y d = 1.18 g/mL, colocar en un beaker en baño de agua fría, aproximadamente 500 mL de agua destilada y agregar el ácido lentamente con agitación constante, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad y completar volumen. Envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de vidrio, tapón de vidrio, de boca angosta.</p>

Cuadro 2: Preparación de Reactivos Ácidos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Ácido Fórmico H-COOH Para acidular.	1 M o 1 N	Medir con bureta 42.62 mL de ácido fórmico al 90% P/P de pureza y d = 1.20 g/mL, colocar en un beaker de 1000 mL aproximadamente 600 mL de agua destilada y agregar el ácido agitando lentamente, transferir a un balón de un litro y completar volumen. Envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio.
Ácido Fosfórico H ₃ PO ₄ Oxidante.	1 M o 3 N	Medir con bureta 67.42 mL de ácido fosfórico 85% P/P de pureza y d = 1.71 g/mL, colocar en un beaker de 1000 ml aproximadamente 600 mL de agua destilada y agregar el ácido lentamente con agitación constante, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad y completar volumen. Envasar. <i>Nota: Produce reacción exotérmica.</i> Tipo de envase: Frasco de vidrio.
Ácido Nítrico HNO ₃ Para acidular. Oxidante.	1 M o 1 N	Medir con bureta 64.77 mL de ácido nítrico al 69% P/P de pureza y d = 1.41 g/mL, colocar en un beaker de 1000 mL aproximadamente 500 mL de agua destilada y verter el ácido lentamente con agitación constante, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad y completar volumen. Envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio color ámbar.

Cuadro 3: Preparación de Reactivos Ácidos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Ácido Perclórico [•] HClO ₄	1 M o	Medir con bureta 85.43 mL de ácido perclórico de 70% P/P de pureza y d = 1.68 g/mL, colocar en un beaker de 1000 ml aproximadamente 600 mL de agua destilada y agregar el ácido lentamente con agitación constante, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad completar volumen y envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio.
Determinación de fósforo. Oxidante.	1 N	
Ácido Sulfúrico H ₂ SO ₄	1 M o	Medir con bureta 54 mL de ácido sulfúrico al 98% P/P de pureza y d = 1.84 g/mL, colocar en un beaker de 1000 mL aproximadamente 500 mL de agua destilada fría y agregar el ácido lentamente con agitación constante, transferir a un balón volumétrico de un litro de capacidad y completar volumen. Envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio de boca angosta.
Para acidular. Oxidante. Reductor.	2 N	

[•] Nota: La preparación del ácido perclórico se realiza en medio acuoso

3.2 Soluciones Básicas: ^{15, 19}

Las soluciones básicas se preparan empleando la fórmula:

$$PM (100\% \text{ pureza}) = X (\% \text{ de pureza})$$

Ejemplo:

Hidróxido de Sodio:

Fórmula: NaOH

$$PM = 40.00 \text{ g / mol}$$

$$P_{eq} = 40.00$$

$$\% \text{ de Pureza} = 100 \%$$

Cálculos para obtener 1 litro de solución:

$$X = \frac{40 \text{ g} (100\%)}{100\%} = 40.00 \text{ g}$$

La única excepción para las bases es el amoníaco o hidróxido de amonio el cual se trabaja de forma similar que las soluciones ácidas, de la forma siguiente:

Hidróxido de Amonio: ¹⁹

Fórmula: NH_4OH ó NH_3

$$PM = 18.04 \text{ g / mol}^*$$

$$P_{eq} = 18.04^*$$

$$D (\text{g / mL}) = 0.9$$



Fig. 2: Reactivos Alcalinos.

* Este peso corresponde al ión NH_4^+ , debido a que el hidróxido de amonio se forma a partir del burbujeo del gas amoníaco (NH_3) en agua; en donde a través de los puentes de hidrógeno se forma la molécula de NH_4OH

% de pureza = 28 % P/P

Cálculos para obtener 1 litro de solución 1 M:

28 g ----- 100 g

18.04 g ----- X X = 64.43 g

Despejando la fórmula de la densidad:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{64.43 \text{ g}}{0.9 \text{ g/mL}} = 71.59 \text{ mL} = 71.60 \text{ mL}$$

Cuadro 4: Preparación de Reactivos Básicos o Alcalinos ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Hidróxido de Amonio (Amoníaco) NH ₄ OH o NH ₃ Para alcalinizar. Para preparación de buffer.	1 M o 1N	Medir con bureta 71.60 mL de amoníaco al 28% P/P de pureza y d = 0.9 g/mL, en un beaker de 1000 mL disolverlo con agua destilada, agitar y luego transferir a un balón volumétrico de un litro de capacidad, completar volumen y envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio
Hidróxido de Bario Octahidratado Ba(OH) ₂ .8H ₂ O Determinación de CO ₂ Agente precipitante de sulfatos.	Saturada	Pesar con cuidado 70 g del Hidróxido de Bario 100% puro, disolverlo en un litro de agua destilada, agitar vigorosamente y obtener una solución saturada. Dejar en reposo y envasar. Tipo de envase: Frasco plástico bien cerrado.
Hidróxido de Potasio KOH Para alcalinizar.	1 M o 1 N	Pesar con cuidado 56.11 g de KOH en lentejas (hacerlo rápido ya que es higroscópico), en un beaker plástico colocar aproximadamente 600 mL de agua destilada libre de CO ₂ , disolver completamente el KOH y transferir la solución, haciendo lavados continuos al beaker que contiene lo disuelto, a un balón volumétrico de un litro, luego aforar y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico de polietileno, boca angosta.

Cuadro 5: Preparación de Reactivos Básicos o Alcalinos(Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Hidróxido de Sodio NaOH Para alcalinizar.	1M o 1N	Pesar cuidadosamente 40.00 g de hidróxido de sodio en lentejas (hacerlo rápidamente ya que es higroscópico) en un beaker plástico. Disolver las lentejas en agua destilada libre de CO ₂ y luego transferir la solución a un balón volumétrico de un litro y hacer lavados continuos del beaker que contiene lo disuelto, llevar volumen hasta el aforo y envasar. Tipo de envase: Frasco plástico de polietileno, boca angosta, bien ajustado.

3.3 Soluciones a Partir de Sales ^{15, 19}

En el caso de las sales que son sólidas estas deben estar 100% puras para trabajar con ellas, utilizando como base su peso molecular; en el caso de no encontrarse puras se emplea la misma fórmula que se utiliza en las soluciones básicas o alcalinas. Ejemplo:

Acetato de Magnesio Tetrahidratado: ¹⁹

Fórmula: $\text{Mg}(\text{CH}_3\text{-COO})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

PM = 214.46 g / mol

% de pureza: 100%

Fórmula a utilizar: $\text{PM} (100\% \text{ pureza}) = X (\% \text{ de pureza})$

Para algunas sales no se obtiene el valor de su peso en todas las normalidades y molaridades contenidas en las tablas debido a su solubilidad, así que se deja hasta el valor máximo.

A partir de los cálculos anteriores se elaboran las tablas siguientes donde se colocan los valores en gramos para un litro de solución a diferente Normalidad y Molaridad, de estos valores se parte para su preparación.

Cuadro 6: Preparación de Reactivos Salinos ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Acetato de Amonio $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ Para preparación de buffer.	1 M o 1N	Pesar con cuidado 77.08 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, agregar suficiente agua destilada hasta disolver, transferir a un balón volumétrico de un litro, hacer lavados del beaker con agua destilada, llevar a volumen de aforo y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico, tapón ajustado.
Acetato de Bario $\text{Ba}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ Para la identificación de sulfatos.	1 M o 2 N	Pesar con cuidado 255.43 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, disolverla en suficiente cantidad de agua destilada. Transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker con agua destilada para arrastrar residuos, aforar a volumen y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico, tapón bien ajustado.
Acetato de Magnesio Tetrahidratado $\text{C}_4\text{H}_6\text{MgO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ Para análisis varios.	0.5 M o 1 N	Pesar con cuidado 107.23 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, disolverla en suficiente agua destilada, transferir luego a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker arrastrando cualquier residuo y aforar a volumen deseado y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico.

Cuadro 7: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
<p>Acetato de Plata $C_2H_3AgO_2$</p> <p>Determinación de O_2 disuelto en agua.</p> <p>Extracción de cloruros en complejos metálicos.</p>	<p>Saturada (muy poco soluble en agua)</p>	<p>Pesar con cuidado 10.20 g de la sal 100% pura en un beaker protegido de la luz, agregar agua destilada. Transferir a un balón volumétrico de un litro de capacidad, agitar adecuadamente protegiendo de la luz, llevar a volumen y envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de vidrio resistente a la luz.</p>
<p>Acetato de Plomo Trihidratado $C_4H_6O_4Pb.3H_2O$</p> <p>Para identificación de sulfuros.</p>	<p>1 M o 2 N</p>	<p>Pesar con cuidado 379.34 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, disolverla en suficiente agua destilada, transferir luego a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker arrastrando cualquier residuo, aforar a volumen deseado y envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de plástico, tapón ajustado.</p>
<p>Acetato de Sodio $C_2H_3NaO_2$</p> <p>Para preparar buffer.</p>	<p>1 M o 1 N</p>	<p>Pesar con cuidado 82.03 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, agregar suficiente agua para disolver, y colocar la solución en un balón volumétrico de un litro de capacidad, lavar el beaker arrastrando cualquier residuo, llevar a volumen y envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de plástico, tapón ajustado.</p>

Cuadro 8: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
<p>Acetato de Zinc Dihidratado $C_4H_6O_4Zn \cdot 2H_2O$</p> <p>Para floculación en el tratamiento del agua.</p>	<p>1 M</p> <p>o</p> <p>2 N</p>	<p>Pesar con cuidado 219.49 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, luego disolver la sal agregando suficiente agua, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker con agua destilada y llevar a volumen de aforo. Envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de plástico, tapón bien ajustado.</p>
<p>Bromuro de Sodio $NaBr$</p> <p>Para obtención de bromo.</p>	<p>1 M</p> <p>o</p> <p>1 N</p>	<p>Pesar con cuidado 102.90 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, agregar suficiente agua para disolverla, transferir a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker con agua destilada para arrastrar residuos, llevar a volumen y envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de plástico, tapón bien ajustado.</p>
<p>Carbonato de Amonio $(NH_4)_2CO_3$</p> <p>Para obtención del amonio.</p>	<p>1 M</p> <p>o</p> <p>2 N</p>	<p>Pesar con cuidado 157.13 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, agregar suficiente agua destilada hasta disolverla, luego transferir a un balón volumétrico de 1 litro, lavar el beaker con agua destilada para arrastrar residuos, llevar a volumen de aforo y envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de vidrio. Tapón bien ajustado.</p>

Cuadro 9: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
<p>Carbonato de Sodio Na₂CO₃</p> <p>Estándar primario.</p>	<p>1 M</p> <p>o</p> <p>2 N</p>	<p>Pesar 105.99 g de la sal 100% pura, disolver con suficiente cantidad de agua destilada, luego transferir la solución a un frasco volumétrico de un litro, lavar el beaker con agua destilada para arrastrar residuos, llevar a volumen de aforo y envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de plástico. Tapón ajustado.</p>
<p>Cianuro de Potasio KCN</p> <p>Determinación de hierro.</p> <p>Extracción de oro y plata.</p> <p>Marcador en complejometría.</p>	<p>1 M</p> <p>o</p> <p>1 N</p>	<p>Pesar con mucho cuidado 65.12 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, luego disolverla lentamente con agua destilada, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar a volumen de aforo y envasar.</p> <p><i>Nota: Evitar hervir la solución, ya que en caliente descompone la sal formándose amoníaco y formiato potásico.</i></p> <p>Tipo de envase: Frasco de plástico, tapón ajustado.</p>
<p>Cloruro de Amonio NH₄Cl</p> <p>Para preparar buffer.</p> <p>Alcalinizante suave.</p>	<p>1 M</p> <p>o</p> <p>1 N</p>	<p>Pesar con mucha precaución 53.49 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, agregar agua destilada hasta disolver la sal, transferir luego a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar a volumen de aforo y envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de plástico.</p>

Cuadro 10: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Cloruro de Antimonio III SbCl_3 Para obtención de antimonio.	0.1 M o 0.2 N	Pesar con cuidado 22.81 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, agregar agua destilada y disolverla. En el caso de que no se disuelva agregar 200 mL de HCl concentrado, luego llevar a un litro en un balón volumétrico y envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio.
Cloruro de Antimonio V SbCl_5 Para obtención de antimonio.	0.1 M o 0.2 N	Pesar con cuidado 29.90 g de la sal 100% pura, en un beaker adecuado y disolverla con 200 mL de ácido clorhídrico concentrado, luego llevar a volumen de un litro en un balón volumétrico con agua destilada y aforar. Envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio.
Cloruro Estánnico SnCl_4 Agente reductor.	1 M o 2 N	Pesar con cuidado 260.50 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado luego disolverla en 330 mL de ácido clorhídrico concentrado, transferir la solución a un frasco volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, aforar y envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio.

Cuadro 11: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Cloruro Estannoso SnCl_2 Agente reductor.	1 M o 2 N	Pesar con cuidado 189.60 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, luego disolverla con ácido clorhídrico concentrado, transferir a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, aforar. Envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico.
Cloruro Férrico Hexahidratado $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Coagulante. Agente oxidante.	1M o 3 N	Pesar con cuidado 270.32 g de la sal 100% pura, en un beaker adecuado, luego disolverla con suficiente agua destilada, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro de capacidad, lavar el beaker para arrastrar residuos y aforar. Envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico.
Cloruro Mercúrico HgCl_2 Para neutralizar estaño y cesio en valoraciones de hierro con dicromato de potasio.	0.1M o 0.2N	Pesar con cuidado 27.15 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, luego disolverla con agua destilada. En caso de que la sal no se disuelva, agregar ácido clorhídrico concentrado hasta completa disolución, luego transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar con agua destilada a volumen y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico.

Cuadro 12: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Cloruro Mercurioso Hg_2Cl_2 Agente reductor.	0.1 M o 0.2 N	Pesar con cuidado 47.21 g de la sal 100% pura, disolverla con agua destilada en un beaker adecuado. En caso de que la sal no se disuelva, agregar ácido clorhídrico concentrado hasta completa disolución, luego transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker arrastrando residuos, llevar con agua destilada a volumen y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico.
Cloruro de Potasio KCl Para preparar soluciones neutras y electrolíticas.	1 M o 1 N	Pesar con cuidado 74.56 g de la sal 100% pura, en un beaker adecuado, agregar suficiente agua destilada hasta disolver la sal, luego transferir a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker con agua destilada para arrastrar residuos y aforar. Envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico, tapón ajustado.
Cromato de Potasio K_2CrO_4 Para preparar solución sulfocrómica. Oxidante.	1 M o 3 N	Pesar con cuidado 194.20 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, agregar suficiente cantidad de agua destilada hasta disolverla, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar a volumen de aforo. Envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio, tapón ajustado.

Cuadro 13: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Ferricianuro de Potasio $K_3Fe(CN)_6$ Oxidante.	0.5 M o 0.5 N	Pesar 164.63 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, disolverla con agua destilada, transferir la solución a un frasco volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar hasta volumen y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico.
Ferrocianuro de Potasio Trihidratado $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ Identificación de cobalto y zinc. Oxidante.	0.5 M o 0.5 N	Pesar con cuidado 211.19 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, disolverla con agua destilada, transferir a un frasco volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar hasta volumen y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico.
Fosfato Disódico Na_2HPO_4 Para preparar soluciones buffer.	1 M o 2 N	Pesar con cuidado 141.96 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado y disolverla con agua destilada, transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker arrastrando residuos, llevar a volumen de aforo, y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico.

Cuadro 14: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Nitrato de Aluminio Nonahidratado $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ Agente Floculante. Extracción de uranio.	1 M o 3 N	Pesar cuidadosamente 375.13 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado. Disolver el nitrato de aluminio con una pequeña cantidad de agua destilada, hasta completa disolución. Transferir a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos y completar volumen con agua destilada. Envasar. Tipo de envase: Frasco plástico de polietileno, tapón ajustado, boca ancha o angosta.
Nitrato de Bario $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$ Para reconocimiento de sulfatos.	1 M o 2 N	Pesar cuidadosamente 261.35 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado. Disolver la sal en una cantidad suficiente de agua destilada. Transferir la solución a un balón volumétrico de un litro y hacer los lavados respectivos. Aforar a volumen deseado y envasar. Tipo de envase: Frasco de polietileno, boca ancha o angosta, tapón bien ajustado.

Cuadro 15: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
<p>Nitrato de Cadmio Tetrahidratado $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>Preparación de compuestos con cadmio.</p> <p>Para dar brillantez a la loza.</p>	<p>1 M</p> <p>o</p> <p>2 N</p>	<p>Pesar cuidadosamente 308.47 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado. Disolver completamente en una cantidad suficiente de agua destilada. Transferir la solución a un balón volumétrico de un litro y lavar el beaker para arrastrar residuos. Aforar a volumen deseado y envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de vidrio, tapón bien ajustado.</p>
<p>Nitrato de Calcio Tetrahidratado $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$</p> <p>Preparación de agua dura y estandarización del EDTA.</p>	<p>1 M</p> <p>o</p> <p>2 N</p>	<p>Pesar cuidadosamente 236.15 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, disolverla completamente con agua destilada y transferir la solución a un balón volumétrico de un litro. Aforar el balón con los lavados del beaker y completar con agua destilada. Envasar correctamente.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de plástico, boca angosta, tapón bien ajustado.</p>
<p>Nitrato de Cobalto Hexahidratado $\text{Co}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$</p> <p>Para análisis varios.</p>	<p>0.1 M</p> <p>o</p> <p>0.2 N</p>	<p>Pesar cuidadosamente 29.10 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, disolver completamente con suficiente cantidad de agua destilada. Transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar a volumen de aforo y envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de vidrio, boca angosta, tapón bien ajustado.</p>

Cuadro 16: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Nitrato de Cobre Trihidratado $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ Agente reductor.	0.1 M o 0.2 N	Pesar exactamente 24.16 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado, disolverla en su totalidad con suficiente agua destilada y transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker arrastrando residuos, llevar a volumen de aforo y envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio, boca angosta, tapón bien ajustado.
Nitrato de Estroncio $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ Para análisis varios.	0.1 M o 0.2 N	Pesar cuidadosamente 21.16 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado. Disolver el polvo en agua destilada y transferir la solución a un balón volumétrico de 1000 mL, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar a volumen y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico.
Nitrato de Lantano Hexahidratado $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ Para análisis varios.	5%	Pesar exactamente 50 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado y disolverla con suficiente agua destilada. Transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker arrastrando residuos, llevar a volumen y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico boca angosta con tapón bien cerrado.

Cuadro 17: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Nitrate de Manganese Tetrahydrate $Mn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ Preparation of manganese solutions (oxides).	0.1 M o 0.2 N	Weigh carefully 25.10 g of the salt 100% pure in a suitable beaker. Dissolve all the salt in sufficient distilled water. Transfer the solution to a 1000 mL volumetric flask, wash the beaker to remove residues, bring to volume and bottle. Typo de envase: Plastic bottle, narrow mouth, stopper well adjusted.
Nitrate of Nickel Hexahydrate $Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ To form complexes with dimethyl-glyoxime.	0.1 N o 0.2 N	Weigh exactly 29.08 g of the salt 100% pure in a suitable beaker and dissolve in sufficient distilled water. Transfer to a 1000 ml volumetric flask, wash the beaker to remove residues, bring to volume and bottle. Typo de envase: Plastic bottle, narrow mouth, stopper adjusted.

Cuadro 18: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Nitrato de Plata AgNO_3 Para reconocimiento de halogenuros (Cloro, Bromo y Yodo)	1 M o 1 N	Pesar cuidadosamente 169.87 g de la sal 100% pura en un beaker protegido de la luz (resistente a la luz). Agregar una pequeña cantidad de agua destilada al beaker y disolver completamente. Transferir a un balón volumétrico de 1000 mL, lavar el beaker arrastrando residuos, proteger de la luz, adicionar agua destilada hasta completar volumen deseado y envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio de color ámbar (resistente a la luz), boca angosta, tapón ajustado.
Nitrato de Potasio KNO_3 Preparación de soluciones alcalinas.	0.1 M o 0.1 N	Pesar cuidadosamente 10.11 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado y disolverla en suficiente agua destilada. Transferir la solución a un balón volumétrico de 1000 mL, lavar el beaker para arrastrar residuos, llevar a volumen y envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio, boca angosta, tapón bien ajustado.

Cuadro 19: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Oxalato de Amonio Monohidratado $C_2H_8N_2O_4 \cdot H_2O$ Estándar primario. Agente reductor.	0.1 M o 0.2 N	Pesar exactamente 14.21 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado; disolverla en agua destilada y transferir la solución a un balón volumétrico de 1000 mL, lavar el beaker arrastrando residuos, llevar a volumen de aforo y envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio, boca angosta, tapón bien ajustado.
Permanganato de Potasio $KMnO_4$ Agente oxidante y valorante.	0.1 M o 0.5 N	Pesar cuidadosamente 15.80 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado. Disolver la sal en una pequeña cantidad de agua destilada ebullendo. Transferir a un balón volumétrico de un litro y lavar el beaker arrastrando residuos, llevar a volumen de aforo y envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio color ámbar (resistente a la luz), boca angosta, tapón bien ajustado.

Cuadro 20: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Sulfato de Amonio (NH ₄) ₂ SO ₄ Alcalinizante. Fertilizante.	0.25 M o 0.5 N	Pesar exactamente 33.04 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado; disolverla con suficiente agua destilada y transferirla a un balón volumétrico de 1000 mL, lavar el beaker arrastrando residuos, llevar a volumen de aforo y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico de polietileno, boca angosta, tapón bien ajustado.
Sulfato de Sodio anhidro Na ₂ SO ₄ Sulfato de Sodio Decahidratado Na ₂ SO ₄ ·10H ₂ O Reconocimiento del bario.	0.3 M o 0.6 N	Pesar exactamente 42.61 g de la sal 100% pura o 96.65 g de la sal decahidratada en un beaker adecuado y luego disolverla con suficiente agua destilada. Transferir la solución a un balón volumétrico de 1000 mL, lavar el beaker para arrastrar residuos. Aforar con agua destilada y envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio, boca angosta, tapón bien ajustado.

Cuadro 21: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Sulfato de Zinc Monohidratado $ZnSO_4 \cdot H_2O$ Agente reductor.	0.3 M o 0.6 N	Pesar exactamente 86.26 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado. Disolverla con suficiente agua destilada y transferir la solución a un balón volumétrico de un litro. Lavar el beaker arrastrando residuos, llevar a volumen de aforo y envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico de polietileno, boca angosta, tapón ajustado.
Sulfito de Sodio Na_2SO_3 Obtención del SO_2 .	0.5 M o 1 N	Pesar exactamente 63.02 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado. Disolverla con suficiente agua destilada y transferir la solución a un balón volumétrico de 1000 mL, lavar el beaker para arrastrar residuos y aforar con suficiente agua destilada. Envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico de polietileno, boca angosta, tapón bien ajustado.

Cuadro 22: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Tartrato de Sodio y Potasio Tetrahidratado $C_4H_4KNaO_6 \cdot 4H_2O$ Preparación de buffer.	0.1 M o 0.2 N	Pesar cuidadosamente 28.22 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado. Disolver completamente en agua destilada y luego transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos, y luego aforar con agua destilada. Envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico de polietileno, tapón bien ajustado, boca angosta.
Tiocianato de Amonio NH_4SCN Obtención del HCN.	0.1 M o 0.1 N	Pesar cuidadosamente 7.61 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado. Disolver la sal con suficiente agua destilada y transferirla a un balón volumétrico de 1000 mL, lavar el beaker arrastrando residuos, y aforar el balón con agua destilada. Envasar. Tipo de envase: Frasco de plástico de polietileno, boca angosta, tapón bien ajustado.

Cuadro 23: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación) ¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
<p>Tiosulfato de Sodio Pentahidratado Na₂O₃S₂.5H₂O</p> <p>Agente valorante.</p> <p>Agente reductor para el cobre.</p>	<p>0.1 M</p> <p>o</p> <p>0.1 N</p>	<p>Pesar exactamente 24.82 g de la sal 100% pura en un beaker adecuado. Disolver completamente con agua destilada hervida y enfriada* y transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, lavar el beaker para arrastrar residuos y aforar con suficiente agua destilada. Envasar.</p> <p><i>*Nota: es necesario hervir el agua antes de su uso, ya que el CO₂ descompone el Tiosulfato en azufre y bisulfito.</i></p> <p>Tipo de envase: Frasco de plástico, boca angosta, tapón bien ajustado.</p>
<p>Yoduro de Potasio KI</p> <p>Obtención de I₂.</p>	<p>0.1 M</p> <p>o</p> <p>0.1 N</p>	<p>Pesar exactamente 16.60 g de la sal 100% pura en un beaker protegido de la luz y luego disolverla completamente con una pequeña cantidad de agua destilada. Transferir la solución a un balón volumétrico de un litro previamente protegido de la luz (forrado de papel carbón), lavar el beaker arrastrando residuos y aforar el balón con suficiente agua destilada. Envasar.</p> <p>Tipo de envase: Frasco de vidrio resistente a la luz, tapón bien ajustado, boca angosta.</p>

Cuadro 24: Preparación de Reactivos Salinos (Continuación)¹⁵

Nombre	Concentración	Técnica de Preparación para 1 litro de Solución
Yoduro de Sodio NaI Obtención de I ₂	1 M o 1 N	Pesar cuidadosamente 149.89 g de la sal 100% pura en un beaker protegido de la luz y luego disolver completamente con una pequeña cantidad de agua destilada. Transferir la solución a un balón volumétrico de un litro, previamente protegido de la luz (forrado de papel carbón), lavar el beaker arrastrando residuos y aforar el balón con suficiente agua destilada. Envasar. Tipo de envase: Frasco de vidrio resistente a la luz, tapón bien ajustado, boca angosta.

TABLA 1: CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE ÁCIDOS. ¹⁹

Nombre Fórmula	Peso Molecular (g/mol) Peso Equivalente	Densidad g/mL (a 20° C)	Porcentaje de Pureza %	Molaridad Reactivo [] M	Normalidad Reactivo [] N	Volumen a usar por litro de solución									
						0.1 N	0.5 N	1 N	2 N	3 N	0.1 M	0.5 M	1 M	2 M	3 M
Ácido Acético CH ₃ -COOH	60.05 60.05	1.05	99.8	17.4	17.4	5.75	28.75	57.50	115.00	172.50	5.75	28.75	57.50	115.00	172.50
* Ácido Bórico H ₃ BO ₃	61.83 20.61	1.51	100	Sólido	Sólido	2.06	10.31	20.61	41.22	61.83	6.18	30.92	61.83	123.66	185.49
Ácido Clorhídrico HCl	36.46 36.46	1.18	37	12.1	12.1	8.35	41.76	83.51	167.02	250.53	8.35	41.76	83.51	167.02	250.53
Ácido Clorhídrico HCl	36.46 36.46	1.18	36	12	12	8.58	42.91	85.83	171.66	257.49	8.58	42.91	85.83	171.66	257.49
Ácido Clorhídrico HCl	36.46 36.46	1.16	32	10	10	9.82	49.11	98.22	196.44	294.66	9.82	49.11	98.22	196.44	294.66
Ácido Clorhídrico HCl	36.46 36.46	1.12	25	8	8	13.02	65.11	130.21	260.42	390.63	13.02	65.11	130.21	260.42	390.63
Ácido Fórmico H-COOH	46.03 46.03	1.20	90	23.6	23.6	4.26	21.31	42.62	85.24	127.86	4.26	21.31	42.62	85.24	127.86
Ácido Fosfórico H ₃ PO ₄	98.00 32.67	1.71	85	15	45	2.25	11.24	22.47	44.94	67.42	6.74	33.71	67.42	134.84	202.26
Ácido Fosfórico H ₃ PO ₄	98.00 32.67	1.75	89	16	48	2.10	10.49	20.97	41.95	62.92	6.29	31.46	62.92	125.84	188.76

* Gramos a usar para un litro de solución

TABLA 2: CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE ÁCIDOS (Cont.)¹⁹

Nombre Fórmula	Peso Molecular (g/mol) Peso Equivalente	Densidad g/mL (a 20° C)	Porcentaje de Pureza %	Molaridad Reactivo [] M	Normalidad Reactivo [] N	Volumen a usar por litro de solución									
						0.1 N	0.5 N	1 N	2 N	3 N	0.1 M	0.5 M	1 M	2 M	3 M
Ácido Nítrico HNO ₃	63.01 63.01	1.41	69	15.6	15.6	6.48	32.38	64.77	129.54	194.31	6.48	32.38	64.77	129.54	194.31
Ácido Nítrico HNO ₃	63.01 63.01	1.41	65	14	14	6.88	34.38	68.75	137.50	206.25	6.88	34.38	68.75	137.50	206.25
Ácido Nítrico Fumante HNO ₃	63.01 63.01	1.52	100	21	21	4.15	20.73	41.45	82.91	124.36	4.15	20.73	41.45	82.91	124.36
Ácido Perclórico HClO ₄	100.46 100.46	1.53	60	9.5	9.5	10.94	54.72	109.43	218.86	328.29	10.94	54.72	109.43	218.86	328.29
Ácido Perclórico HClO ₄	100.46 100.46	1.68	70	11.7	11.7	8.54	42.72	85.43	170.86	256.29	8.54	42.72	85.43	170.86	256.29
Ácido Sulfúrico H ₂ SO ₄	98.08 49.04	1.84	98	18	36	2.72	13.60	27.20	54.39	81.60	5.44	27.20	54.39	108.78	163.17
Ácido Sulfúrico H ₂ SO ₄	98.08 49.04	1.18	25	6	12	16.62	83.12	166.24	332.47	498.71	33.25	166.24	332.47	664.94	997.41
Ácido Yodhídrico HI	127.91 127.91	1.70	57	7.5	7.5	13.20	66.00	132.00	264.00	396.00	13.20	66.00	132.00	264.00	396.00

TABLA 3: CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE BASES. ¹⁹

Nombre Fórmula	Peso Molecular (g/mol) Peso Equivalente	Densidad g/mL (a 20° C)	Porcentaje de Pureza %	Molaridad Reactivo [] M	Normalidad Reactivo [] N	Volumen a usar por litro de solución									
						0.1 N	0.5 N	1 N	2 N	3 N	0.1 M	0.5 M	1 M	2 M	3 M
Amoniaco [■] NH ₄ OH	18.04 18.04	0.88	35	18	18	5.86	29.29	58.57	117.14	175.71	5.86	29.29	58.57	117.14	175.71
Amoniaco [■] NH ₄ OH	18.04 18.04	0.88	30	15.5	15.5	6.83	34.17	68.33	136.66	204.99	6.83	34.17	68.33	136.66	204.99
Amoniaco [■] NH ₄ OH	18.04 18.04	0.90	28	18	18	7.16	35.79	71.59	143.18	214.77	7.16	35.79	71.59	143.18	214.77
Amoniaco [■] NH ₄ OH	18.04 18.04	0.91	25	13.5	13.5	7.93	39.65	79.30	158.60	237.90	7.93	39.65	79.30	158.60	237.90
Hidróxido de Bario [*] Octahidratado Ba(OH) ₂ .8H ₂ O	315.48 157.74	2.18	100	Sólido	Sólido	15.77	78.87	157.74	315.48	---	31.55	157.74	315.48	---	---
Hidróxido de Potasio [*] KOH	56.11 56.11	2.04	100	Sólido	Sólido	5.61	28.06	56.11	112.22	168.33	5.61	28.06	56.11	112.22	168.33
Hidróxido de Sodio [*] NaOH	40.00 40.00	2.13	100	Sólido	Sólido	4.00	20.00	40.00	80.00	120.00	4.00	20.00	40.00	80.00	120.00

* Gramos a usar por litro de solución

■ Ver página 47

TABLA 4: CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE SALES. ¹⁹

Nombre Fórmula	Peso Molecular (g/mol) Peso Equivalente	Densidad g/mL (a 20° C)	Porcentaje de Pureza %	Molaridad Reactivo [] M	Normalidad Reactivo [] N	Gramos a usar por litro de solución									
						0.1 N	0.5 N	1 N	2 N	3 N	0.1 M	0.5 M	1 M	2 M	3 M
Acetato de Amonio NH ₄ (CH ₃ -COO)	77.08 77.08	1.17	100	Sólido	Sólido	7.71	38.54	77.08	154.16	231.24	7.71	38.54	77.08	154.16	231.24
Acetato de Bario Ba(CH ₃ COO) ₂	255.43 127.72	2.47	100	Sólido	Sólido	12.77	63.86	127.72	255.43	383.15	25.54	127.72	255.43	510.86	766.29
Acetato de Magnesio Tetrahidratado C ₄ H ₆ MgO ₄ ·4H ₂ O	214.46 107.23	1.45	100	Sólido	Sólido	10.72	53.62	107.23	214.46	321.69	21.45	107.23	214.46	428.92	643.38
Acetato de Plata* C ₂ H ₃ AgO ₂	166.92 166.92	3.20	100	Sólido	Sólido	16.69	83.46	166.92	333.84	500.76	16.69	83.46	166.92	333.84	500.76
Acetato de Plomo Trihidratado C ₄ H ₆ O ₄ Pb·3H ₂ O	379.34 189.67	2.55	100	Sólido	Sólido	18.97	94.84	189.67	379.34	569.01	37.93	189.67	379.34	758.68	---
Acetato de Sodio C ₂ H ₃ NaO ₂	82.03 82.03	1.52	100	Sólido	Sólido	8.20	41.02	82.03	164.06	246.09	8.20	41.02	82.03	164.06	246.09
Acetato de Zinc Dihidratado C ₄ H ₆ O ₄ Zn·2H ₂ O	219.49 109.74	1.77	100	Sólido	Sólido	10.98	54.86	109.75	219.49	329.24	21.95	109.75	219.49	438.98	658.47
Bromuro de Sodio NaBr	102.90 102.90	3.20	100	Sólido	Sólido	10.29	51.45	102.90	205.80	308.70	10.29	51.45	102.90	205.80	308.70
Carbonato de Amonio (NH ₄) ₂ CO ₃	157.13 78.57	---	100	Sólido	Sólido	7.86	39.29	78.57	157.14	235.71	15.71	78.57	157.13	314.26	471.39

* Muy poco soluble en agua

TABLA 5: CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE SALES (Cont.)¹⁹

Nombre Fórmula	Peso Molecular (g/mol) Peso Equivalente	Densidad g/mL (a 20° C)	Porcentaje de Pureza %	Molaridad Reactivo [] M	Normalidad Reactivo [] N	Gramos a usar por litro de solución									
						0.1 N	0.5 N	1 N	2 N	3 N	0.1 M	0.5 M	1 M	2 M	3 M
Carbonato de Sodio Na ₂ CO ₃	105.99 52.99	2.53	100	Sólido	Sólido	5.29	26.49	52.99	105.98	158.97	10.59	52.99	105.99	211.98	317.97
Cianuro de Potasio KCN	65.12 65.12	1.55	100	Sólido	Sólido	6.51	32.56	65.12	130.24	195.36	6.51	32.56	65.12	130.24	195.36
Cloruro de Amonio NH ₄ Cl	53.49 53.49	1.52	100	Sólido	Sólido	5.35	26.75	53.49	106.98	160.47	5.35	26.75	53.49	106.98	160.47
Cloruro de Antimonio III SbCl ₃	228.11 114.06	3.14	100	Sólido	Sólido	11.41	57.03	114.06	228.12	342.18	22.81	114.06	228.11	456.22	684.33
Cloruro de Antimonio V SbCl ₅	299.01 149.51	2.35	100	Sólido	Sólido	14.95	74.76	149.51	2990.02	448.53	29.90	149.51	299.01	598.02	---
Cloruro de Hierro Hexahidratado FeCl ₃ .6H ₂ O	270.32 90.11	---	100	Sólido	Sólido	9.01	45.06	90.11	180.22	270.33	27.03	135.16	270.32	540.64	810.96
Cloruro Estánnico SnCl ₄	260.50 65.13	2.23	100	Sólido	Sólido	6.51	32.57	65.13	130.26	195.39	26.05	130.25	260.50	---	---
Cloruro Estannoso SnCl ₂	189.60 94.80	3.95	100	Sólido	Sólido	9.48	42.40	94.80	189.60	284.40	18.96	94.80	189.60	379.20	568.80
Cloruro Mercúrico HgCl ₂	271.50 135.75	5.44	100	Sólido	Sólido	13.58	67.88	135.75	271.50	407.25	27.15	135.75	271.50	543.00	---

TABLA 6: CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE SALES (Cont.)¹⁹

Nombre Fórmula	Peso Molecular (g/mol) Peso Equivalente	Densidad g/mL (a 20° C)	Porcentaje de Pureza %	Molaridad Reactivo [] M	Normalidad Reactivo [] N	Gramos a usar por litro de solución									
						0.1 N	0.5 N	1 N	2 N	3 N	0.1 M	0.5 M	1 M	2 M	3 M
Cloruro Mercurioso Hg ₂ Cl ₂	472.09 236.05	---	100	Sólido	Sólido	23.61	118.03	236.05	---	---	47.21	236.05	472.09	---	---
Cloruro de Potasio KCl	74.55 74.55	1.98	100	Sólido	Sólido	7.46	37.28	74.55	149.10	223.65	7.46	37.28	74.55	149.10	223.65
Cloruro de Sodio NaCl	58.44 58.44	2.17	100	Sólido	Sólido	5.84	29.22	58.44	116.88	175.32	5.84	29.22	58.44	116.88	175.32
Cromato de Potasio K ₂ CrO ₄	194.20 64.73	2.73	100	Sólido	Sólido	6.47	32.37	64.73	129.46	194.20	19.42	97.10	194.20	---	---
Dicromato de Potasio K ₂ Cr ₂ O ₇	294.19 49.03	2.69	100	Sólido	Sólido	4.90	24.52	49.03	98.06	147.09	29.42	147.09	294.19	---	---
Ferricianuro de Potasio K ₃ Fe(CN) ₆	329.26 329.26	1.85	100	Sólido	Sólido	32.93	164.63	329.26	---	---	32.93	164.63	329.26	---	---
Ferrocianuro de Potasio Trihidratado K ₄ Fe(CN) ₆ ·3H ₂ O	422.39 422.39	1.85	100	Sólido	Sólido	42.24	211.19	422.39	---	---	42.24	211.19	422.39	---	---
Fosfato Disódico Na ₂ HPO ₄	141.96 70.98	---	100	Sólido	Sólido	7.10	35.49	70.98	141.96	---	14.20	70.98	141.96	---	---
Nitrato de Aluminio Nonahidratado Al(NO ₃) ₃ ·9H ₂ O	375.13 125.04	---	100	Sólido	Sólido	12.50	62.52	125.04	250.08	375.12	37.51	187.57	375.13	---	---

TABLA 7: CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE SALES (Cont.)¹⁹

Nombre Fórmula	Peso Molecular (g/mol) Peso Equivalente	Densidad g/mL (a 20° C)	Porcentaje de Pureza %	Molaridad Reactivo [] M	Normalidad Reactivo [] N	Gramos a usar por litro de solución									
						0.1 N	0.5 N	1 N	2 N	3 N	0.1 M	0.5 M	1 M	2 M	3 M
Nitrato de Bario Ba(NO ₃) ₂	261.35 130.68	3.20	100	Sólido	Sólido	13.07	65.34	130.68	261.36	---	26.14	130.68	261.35	---	---
Nitrato de Cadmio Tetrahidratado Cd(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	308.47 154.24	2.46	100	Sólido	Sólido	15.42	77.12	154.24	308.48	462.72	30.85	154.24	308.47	616.94	925.41
Nitrato de Calcio Tetrahidratado Ca(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	236.15 118.08	1.82	100	Sólido	Sólido	11.81	59.04	118.08	236.16	354.24	23.62	118.08	236.15	472.30	708.45
Nitrato de Cobalto II Hexahidratado Co(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	291.04 145.52	1.87	100	Sólido	Sólido	14.55	72.76	145.52	291.04	436.56	29.10	145.52	291.04	582.08	873.12
Nitrato de Cobre II Trihidratado Cu(NO ₃) ₂ ·3H ₂ O	241.60 120.80	2.05	100	Sólido	Sólido	12.08	60.40	120.80	241.60	362.40	24.16	120.80	241.60	483.20	725.40
Nitrato de Estroncio Sr(NO ₃) ₂	211.63 105.82	2.99	100	Sólido	Sólido	10.58	52.91	105.82	211.64	317.46	21.16	105.82	211.63	423.26	634.89
Nitrato de Lantano Hexahidratado La(NO ₃) ₃ ·6H ₂ O	433.02 144.34	---	100	Sólido	Sólido	14.43	72.17	144.34	288.68	433.02	43.30	216.51	433.02	866.04	---
Nitrato de Magnesio Hexahidratado Mg(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	256.41 128.21	1.46	100	Sólido	Sólido	12.82	64.11	128.21	256.41	---	25.64	128.21	256.41	---	---
Nitrato de Manganeso Tetrahidratado Mn(NO ₃) ₂ ·4H ₂ O	251.01 125.51	2.13	100	Sólido	Sólido	12.55	62.76	125.51	251.02	376.53	25.10	125.51	251.01	502.02	753.03

TABLA 8: CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE SALES (Cont.)¹⁹

Nombre Fórmula	Peso Molecular (g/mol) Peso Equivalente	Densidad g/mL (a 20° C)	Porcentaje de Pureza %	Molaridad Reactivo [] M	Normalidad Reactivo [] N	Gramos a usar por litro de solución									
						0.1 N	0.5 N	1 N	2 N	3 N	0.1 M	0.5 M	1 M	2 M	3 M
Nitrato Mercuríco Monohidratado Hg(NO ₃) ₂ .H ₂ O	342.62 171.31	4.39	100	Sólido	Sólido	17.13	85.66	171.31	342.62	---	34.26	171.31	342.62	---	---
Nitrato Mercurioso Dihidratado Hg ₂ (NO ₃) ₂ .2H ₂ O	561.22 280.61	4.78	100	Sólido	Sólido	28.06	140.31	280.61	561.22	---	56.12	280.61	561.22	---	---
Nitrato de Níquel II Hexahidratado Ni(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	290.81 145.41	---	100	Sólido	Sólido	14.54	72.71	145.41	290.82	436.23	29.08	145.41	290.81	581.62	872.43
Nitrato de Plata AgNO ₃	169.87 169.87	4.35	100	Sólido	Sólido	16.99	84.94	169.87	339.74	509.61	16.99	84.94	169.87	339.74	509.61
Nitrato de Plomo II Pb(NO ₃) ₂	331.21 165.61	4.53	100	Sólido	Sólido	16.56	82.81	165.61	331.22	---	33.12	165.61	331.21	---	---
Nitrato de Potasio KNO ₃	101.11 101.11	2.11	100	Sólido	Sólido	10.11	50.56	101.11	202.22	303.33	10.11	50.56	101.11	202.22	303.33
Nitrato de Sodio NaNO ₃	84.99 84.99	2.26	100	Sólido	Sólido	8.50	42.49	84.99	169.98	254.97	8.50	42.49	84.99	169.98	254.97
Nitrato de Zinc Tetrahidratado Zn(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	261.44 130.72	---	100	Sólido	Sólido	13.07	65.36	130.72	261.44	392.16	26.14	130.72	261.44	522.88	784.32
Oxalato de Amonio Monohidratado C ₂ H ₈ N ₂ O ₄ .H ₂ O	142.11 71.06	1.50	100	Sólido	Sólido	7.11	35.53	71.06	142.12	---	14.21	71.06	142.11	---	---

TABLA 9: CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE SALES (Cont.)¹⁹

Nombre Fórmula	Peso Molecular (g/mol) Peso Equivalente	Densidad g/mL (a 20° C)	Porcentaje de Pureza %	Molaridad Reactivo [] M	Normalidad Reactivo [] N	Gramos a usar por litro de solución									
						0.1 N	0.5 N	1 N	2 N	3 N	0.1 M	0.5 M	1 M	2 M	3 M
Permanganato de Potasio KMnO ₄	158.04 31.61	2.70	100	Sólido	Sólido	3.16	15.80	31.61	63.22	94.83	15.80	79.02	158.04	---	---
Sulfato de Amonio (NH ₄) ₂ SO ₄	132.14 66.07	1.77	100%	Sólido	Sólido	6.61	33.04	66.07	132.14	198.21	13.21	66.07	132.14	264.28	396.42
Sulfato de Sodio Anhidro Na ₂ SO ₄	142.04 71.02	2.70	100%	Sólido	Sólido	7.10	35.51	71.02	142.04	---	14.20	71.02	142.04	---	---
Sulfato de Sodio Decahidratado Na ₂ SO ₄ .10H ₂ O	322.19 161.09	1.46	100%	Sólido	Sólido	16.11	80.55	161.09	322.19	---	32.22	161.09	322.19	---	---
Sulfato de Zinc Heptahidratado ZnSO ₄ .7H ₂ O	287.54 143.77	1.97	100%	Sólido	Sólido	14.38	71.89	143.77	287.54	---	28.75	143.77	287.54	---	---
Sulfato de Zinc Monohidratado ZnSO ₄ .H ₂ O	179.45 89.73	3.20	100%	Sólido	Sólido	8.97	44.87	89.73	179.46	269.19	17.95	89.73	179.45	---	---
Sulfito de Sodio Na ₂ SO ₃	126.04 63.02	2.63	100%	Sólido	Sólido	6.30	31.51	63.02	126.04	189.06	12.60	63.02	126.04	---	---
Sulfuro de Sodio Na ₂ S.XH ₂ O	78.04 39.02	1.43	35%	Sólido	Sólido	3.90	19.51	39.02	78.04	117.06	7.80	39.02	78.04	156.08	234.12
Tartrato de Sodio y Potasio C ₄ H ₄ KNaO ₆ .4H ₂ O	282.23 282.23	---	100%	Sólido	Sólido	28.22	141.12	282.23	564.46	---	28.22	141.12	282.23	564.46	---

TABLA 10: CÁLCULOS PARA LA PREPARACIÓN DE SALES (Cont.)¹⁹

Nombre Fórmula	Peso Molecular (g/mol) Peso Equivalente	Densidad g/mL (a 20° C)	Porcentaje de Pureza %	Molaridad Reactivo [] M	Normalidad Reactivo [] N	Gramos a usar por litro de solución									
						0.1 N	0.5 N	1 N	2 N	3 N	0.1 M	0.5 M	1 M	2 M	3 M
Tiocianato de Amonio CH ₄ N ₂ S	76.12 76.12	1.30	100%	Sólido	Sólido	7.61	38.06	76.12	152.24	228.36	7.61	38.06	76.12	152.24	228.36
Tiosulfato de Sodio Anhidro Na ₂ O ₃ S ₂	158.11 158.11	---	100%	Sólido	Sólido	15.81	79.06	158.11	---	---	15.81	79.06	158.11	---	---
Tiosulfato de sodio Pentahidratado Na ₂ O ₃ S ₂ .5H ₂ O	248.18 248.18	1.73	100%	Sólido	Sólido	24.82	124.09	248.18	496.36	---	24.82	124.09	248.18	496.36	---
Trióxido de Arsénico As ₂ O ₃	197.84 49.46	---	100%	Sólido	Sólido	4.95	24.73	49.46	98.92	148.38	19.78	98.92	197.84	395.68	---
Yoduro de Potasio KI	166.01 166.01	3.13	100%	Sólido	Sólido	16.60	83.0	166.01	332.02	498.03	16.60	83.0	166.01	332.02	498.03
Yoduro de Sodio NaI	149.89 149.89	3.67	100%	Sólido	Sólido	14.99	74.95	149.89	299.78	449.67	14.99	74.95	149.89	299.78	449.67

3.4 Soluciones Buffer ^{9, 15, 17}

Existen muchos tipos de soluciones buffer las cuales son empleadas para diferentes tipos de análisis, de ahí su importancia, por ello se han seleccionado algunas de las más prácticas.

Estas soluciones se preparan utilizando agua destilada libre de CO₂ y se llevan a un volumen total de 200 mL a temperatura ambiente (25 °C). ⁹

Dichas soluciones se almacenan en frascos plásticos de polietileno, boca angosta y tapón bien cerrado. ⁹

3.4.1 Solución Buffer Phtalato Ácido de Potasio e Hidróxido de Sodio 0.2M

- a. Solución Phtalato Ácido de Potasio 0.2 M
- b. Solución de Hidróxido de Sodio 0.2 M

3.4.2 Solución Buffer Fosfato Monopotásico e Hidróxido de Sodio 0.2 M

- a. Solución de Fosfato Monopotásico 0.2 M
- b. Solución de Hidróxido de Sodio 0.2 M

3.4.3 Solución Buffer Ácido Bórico – Cloruro de Potasio e Hidróxido de Sodio 0.2 M

- a. Solución de Ácido Bórico-Cloruro de Potasio 0.2 M
- b. Solución de Hidróxido de Sodio 0.2 M



Fig. 3: Soluciones Buffer.

3.4.1 Solución Buffer Phtalato Ácido de Potasio e Hidróxido de Sodio 0.2M

a) Solución Phtalato Ácido de Potasio 0.2M

CÁLCULOS:

Para desarrollar los cálculos se toma la fórmula siguiente:

Gramos = Volumen (litros) X Molaridad X PM

Nombre: Phtalato ácido de potasio 0.2 M

PM = 204.23 g / mol

Fórmula: $\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$

V = 1 litro

M = 0.2

Gramos = 1 litro X 0.2 M X 204.23 g / mol

Gramos = 40.85 g de Phtalato ácido de potasio

Técnica de Preparación:

La sal debe ser previamente secada en estufa (110 – 115 °C) por 2 horas, colocando luego en desecador, esperar a que se enfríe luego proceder a pesar.

Disolver 40.85 gramos del sólido, pesado en balanza analítica (ver figura 4), y diluir a un litro, con agua libre de CO_2 .¹⁷



Fig. 4: Balanza Analítica.

b) Solución de Hidróxido de Sodio 0.2 M

CÁLCULOS:

Nombre: Hidróxido de sodio

PM = 40 g / mol

Fórmula: NaOH

V = 1 litro

M = 0.2

Gramos = 1 litro X 0.2 M X 40 g / mol

Gramos = 8 gramos de NaOH

Técnica de Preparación:

Pesar 8 gramos de NaOH en perlas, sobre vidrio de reloj, en una balanza semi-analítica (ver figura 5), luego transferir a un beaker de 250 mL, agregar suficiente agua y agitar hasta completar disolución, transferir a un frasco volumétrico de un litro de capacidad, luego aforar a un litro con el agua libre de CO₂ y que ya ha sido enfriada. ¹⁷

NOTA: Para la preparación de una solución 0.2 M de hidróxido de sodio se necesita agua destilada, hervida y enfriada.



Fig. 5: Balanza Semi-analítica.

Técnica de Preparación de Solución Buffer Phtalato Ácido de Potasio e
Hidróxido de Sodio 0.2 M¹⁷

En un beaker de 250 mL se coloca la solución de Phtalato Ácido de Potasio, se introducen los electrodos (ver figura 6) y se ajusta el pH con la base (NaOH), desarrollando la adición de la base con agitación constante, utilizando un agitador magnético (ver figura 7) y luego aforar con agua libre de CO₂.

Estas soluciones se colocan en envases de plástico a temperatura ambiente.



Fig. 6: Electrodo de Calomel.



Fig. 7: Agitador Magnético.

TABLA 11

Solución Buffer de Phtalato Ácido de Potasio e Hidróxido de Sodio 0.2 M ¹⁷

pH	Volumen de KHC₈H₄O₄ (mL)	Volumen de NaOH (mL)
5.0	50	23.65
5.2	50	29.75
5.4	50	35.25
5.6	50	39.70
5.8	50	43.10
6.0	50	45.40
6.2	50	47.00

Nota: Llevar todas estas expresiones a un volumen de 200 mL con agua destilada libre de CO₂.

3.4.2 Solución Buffer Fosfato Monopotásico e Hidróxido de Sodio 0.2 M ¹⁷

a) Solución de Fosfato Monopotásico 0.2 M

CÁLCULOS:

Nombre: Fosfato Monopotásico

PM = 136.09 g / mol

Fórmula: KH₂PO₄

V = 1 litro

M = 0.2 M

Gramos = 1 Litro X 0.2 M X 136.09 g / mol

Gramos = 27.22 g

Técnica de Preparación:

La sal se debe desecar en estufa por 5 horas a 110-115 °C.

Preparar agua destilada y hervida, pesar en balanza analítica 27.22 gramos de la sal, luego transferir a un beaker de 250 mL, disolver con agua libre de CO₂ previamente enfriada, transferir a un balón volumétrico de 1 litro y luego aforar.

Luego de preparadas las soluciones de Fosfato Monopotásico 0.2 M y de Hidróxido de Sodio 0.2 M, se recomienda agregar primero la de Fosfato Monopotásico, y luego la de NaOH para ajustar el pH deseado.

Esto se realiza en un beaker de 150 mL o 250 mL utilizando agitador magnético y un pHmetro. ¹⁷

TABLA 12

Solución Buffer de Fosfato Monopotásico e Hidróxido de Sodio 0.2 M ¹⁷

pH	Volumen de KH₂PO₄ (mL)	Volumen de NaOH (mL)
5.8	50	3.66
6.0	50	5.64
6.2	50	8.55
6.4	50	12.60
6.6	50	17.74

Nota: Llevar todas estas expresiones a un volumen de 200 mL con agua destilada libre de CO₂.

Solución Buffer de Fosfato Monopotásico e Hidróxido de Sodio 0.2 M

(Continuación) ¹⁷

pH	Volumen de KH ₂ PO ₄ (mL)	Volumen de NaOH (mL)
6.8	50	23.60
7.0	50	29.54
7.2	50	34.90
7.4	50	39.34
7.6	50	42.74
7.8	50	45.17
8.0	50	46.85

Nota: Llevar todas estas expresiones a un volumen de 200 mL con agua destilada libre de CO₂.

3.4.3 Solución Buffer Ácido Bórico – Cloruro de Potasio e Hidróxido de Sodio 0.2 M ¹⁷

a) Solución Ácido Bórico-Cloruro de Potasio 0.2 M

CÁLCULOS:

Nombre: Ácido Bórico – Cloruro de Potasio 0.2 M

PM = 61.83 g / mol – 74.56 g / mol Fórmula: H₃BO₃– KCl

V = 1 litro M = 0.2 M

Gramos de H₃BO₃ = 1 litro X 0.2 M X 61.83 g / mol

Gramos de H₃BO₃ = 12.37 gramos

Gramos de KCl = 1 litro X 0.2 M X 74.56 g / mol

Gramos de KCl = 14.91 gramos

Técnica de Preparación:

Ambas soluciones se preparan de la siguiente forma: las sales se deben desecar primero, el ácido bórico en un desecador con cloruro de calcio por dos días y el cloruro de potasio, se deseca en una estufa a 120 °C por dos días.

Pesar 12.37 gramos del ácido bórico y 14.91 gramos de cloruro de potasio, diluir ambas sustancias por separado con agua destilada, posteriormente mezclar ambas soluciones y llevarlas a un litro en frasco volumétrico. ¹⁷

TABLA 13

Solución Buffer Ácido Bórico-Cloruro de Potasio e Hidróxido de Sodio ¹⁷

pH	Volumen de H₃BO₃-KCl (mL)	Volumen de NaOH (mL)
7.8	50	2.65
8.0	50	4.0
8.2	50	5.9
8.4	50	8.55
8.6	50	12.0

Nota: Todas las soluciones se llevan hasta un volumen de 200 mL con agua destilada libre de CO₂ después de mezclados.

3.5 Soluciones Indicadoras ¹³

Los Indicadores son empleados en diferentes reacciones, permiten verificar cambios de pH, a través de un cambio físico ya sea por variaciones de color o precipitación, estos son almacenados en lugares frescos generalmente protegidos de la luz directa y en frascos de vidrio color ámbar con gotero.

Los tipos de indicadores más comúnmente usados son:

- a. Indicadores ácido-base de pH
- b. Indicadores solubles en agua
- c. Indicadores Luminiscentes
- d. Indicadores Universales
- e. Indicadores para volumetrías de precipitación
- f. Indicador de Almidón para yodimetría y yodometría
- g. Indicadores para reacciones Redox (Oxidación-Reducción)

3.5.1 Indicadores Ácido-Base de pH ¹³

Todos los indicadores ácido-base experimentan un cambio de color cuando se modifica el pH de la solución en la cual está presente. Es posible alterar el cambio de color normal de un indicador por dos métodos, el primero consiste en la adición de un colorante a la solución, el cual ocasionará que parte de la luz que normalmente se transmitía sea absorbida; se dice entonces que el indicador ha sido enmascarado.

El otro método consiste en el empleo de una mezcla de dos o más indicadores en la misma solución. Cuando la mezcla es tal que se produce una serie de colores distintos en un intervalo de valores de pH diferentes, se denomina indicador universal.

La mayor parte de los indicadores Ácido-Base se disuelven generalmente en etanol (alcohol etílico), aunque la solución así formada con frecuencia se diluye con agua. Se pueden preparar o adquirir formas solubles en agua de algunos indicadores, casi siempre sus sales sódicas.

En la siguiente tabla se tienen indicadores aislados, enmascarados o mixtos indicándose el intervalo de pH, el cambio de color, el peso por litro de solución y el volumen de etanol en la que se deben disolver, para añadir agua a continuación hasta un volumen de 1 litro, cubren el intervalo de pH comprendido entre 0 y 13 (ver anexo 5) .

TABLA 14
Indicadores Ácido-Base ¹³

Indicador	Intervalo de pH	Cambio de color	Peso (g)	Volumen de etanol (mL)
Violeta de metilo*	0.1-2.0	Amarillo-violeta	0.5	0
Rojo de Cresol	0.2-1.8	Rojo-amarillo	0.5	200
Púrpura de m-cresol	1.0-2.6	Rojo-amarillo	0.4	200

*** No contiene alcohol, únicamente se disuelve en agua.**

Indicadores Ácido-Base (Continuación) ¹³

Indicador	Intervalo de pH	Cambio de color	Peso (g)	Volumen de etanol (mL)
Azul de timol	1.2-2.8	Rojo-amarillo	0.4	200
Amarillo de dimetilo	2.9-4.0	Rojo-amarillo	0.4	900
Rojo de quinaldina	1.4-3.2	Incoloro-rosado	0.4	1000
Azul de bromofenol	2.8-4.6	Amarillo-violeta azulado	0.4	200
Naranja de Metilo	2.9-4.6	Rojo-amarillo	0.4	200
Naranja de metilo-xilenocianol	2.9-4.6	Violeta-verde	3.6	200
Rojo Congo	3.0-5.0	Azul-rojo	0.2	200
Verde de Bromocresol	3.6-5.2	Amarillo-azul	0.4	200
Rojo de metilo	4.2-6.3	Rojo-amarillo	0.2	300
Rojo de clorofenol	4.8-6.4	Amarillo-rojo violáceo	0.4	200
Púrpura de bromo-cresol	5.2-6.8	Amarillo-púrpura	0.4	200
Azul de bromotimol	6.0-7.6	Amarillo-azul	0.4	200

Indicadores Ácido-Base (Continuación) ¹³

Indicador	Intervalo de pH	Cambio de Color	Peso (g)	Volumen de etanol (mL)
Rojo de fenol	6.8-8.4	Amarillo-rojo	0.2	200
Rojo de cresol	7.2-8.8	Amarillo-púrpura	0.2	200
Púrpura de m-cresol	7.6-9.2	Amarillo-azul violáceo	0.2	200
Azul de Timol	8.0-9.6	Amarillo-violeta	0.4	200
Fenolftaleína	8.2-10	Incoloro-rojo violáceo	1.0	600
Fenoltimol-ftaleína	8.3-11	Incoloro-violeta	1.0	600
Timolftaleína	9.3-10.5	Incoloro-azul	2.0	1000
Naranja brillante	10.5-12.0	Amarillo-rojo	0.4	200
Alizarina*	11.0-13.0	Rosado-violeta	1.0	0
Tropeolina 000	11.0-13.0	Amarillo-rojo	2.0	600
Tropeolina 0	11.1-12.7	Amarillo-naranja	0.1	600
Amarillo Titán	12.0-13.0	Amarillo-rojo	1.0	500

* No contiene alcohol, únicamente se disuelve en agua.

3.5.2 Indicadores solubles en agua ¹³

Con el objeto de evitar el empleo de etanol como disolvente, se preparan algunos indicadores en forma hidrosoluble; se pueden preparar usando soluciones de hidróxido sódico 0.01 M. En la siguiente tabla se indican las cantidades de solución 0.01 M de NaOH necesarias para 0.1 gramos de indicador y luego se llevan a volumen de 250 mL con agua destilada.

TABLA 15
Indicadores Solubles en Agua ¹³

Indicador	Intervalo de pH	Volumen de NaOH (mL)
Rojo de cresol	0.2-1.8	26.2
Púrpura de m-cresol	1.0-2.6	26.2
Azul de bromofenol	2.8-4.6	14.9
Verde de bromocresol	3.6-5.2	14.3
Rojo de clorofenol	4.8-6.4	23.6
Púrpura de bromocresol	5.2-6.8	18.5
Rojo de bromofenol	5.2-7.0	19.5
Azul de bromotimol	6.0-7.6	16.0
Azul de timol	8.0-9.6	21.5

3.5.3 Indicadores Luminiscentes ¹³

Son sustancias que indican el punto de equivalencia de una volumetría ácido-base si la solución está expuesta a la luz ultravioleta, estando el resto de la habitación a oscuras. La luminosidad que muestra bajo luz UV varía o cambia de color a medida varía el pH de la solución en un corto intervalo. Son útiles cuando el color o la turbidez de la solución a valorar interferirían con los indicadores normales.

Se preparan disolviendo 0.1 gramos en 100 mililitros de etanol

TABLA 16
Indicadores Luminiscentes ¹³

Indicador	Intervalo de pH	Cambio de Color
Eosina	2.5-4.5	Incoloro-verde
Ácido Cromotrópico	3.5-4.5	Incoloro-azul
Fluoresceína	4.0-6.0	Incoloro-verde
Diclorofluoresceína	4.0-6.5	Verde-violeta
Acridina	5.2-6.6	Incoloro-azul
β -naftol	8.5-9.5	Violeta-incoloro
Quinidina	9.5-10.0	Incoloro-verde

3.5.4 Indicadores Universales ¹³

Diluir los cinco indicadores en 500 mililitros de etanol y llevar luego a volumen de un litro con agua destilada.

NOTA: Antes o después de la dilución, deben añadirse unas gotas de Hidróxido de Sodio 0.05 M hasta que la solución adquiera un color verde.

TABLA 17

Indicadores Universal de Yamada ¹³

Indicadores	Intervalo de pH	Cambio de color
0.5 g de fenolftaleína	0-2	Naranja
0.0625 g de rojo de metilo	4-6	Amarillo
0.09 g de amarillo de metilo	6-8	Verde
0.25 g de azul de bromotimol	8-10	Azul
0.025 g de azul de timol	10-14	Violeta

3.5.5 Indicadores para Volumetrías de Precipitación ¹³

INDICADOR DE CROMATO DE POTASIO:

- Pesar cuidadosamente 50 gramos de cristales de cromato potásico o bien 43 gramos de cromato y 7 gramos de dicromato potásico en un beaker adecuado.
- Disolver los cristales en suficiente cantidad de agua destilada.
- Luego llevar hasta un litro de solución.

Nota: La mezcla cromato-dicromato actúa como tampón, lo cual mejora la eficacia del indicador en soluciones ligeramente ácidas o alcalinas.

3.5.6 Indicador de Almidón para Yodometrías y Yodimetrías ¹³

Hacer una pasta con 1 gramo de almidón soluble y una pequeña cantidad de agua destilada y agregar con agitación continua a 100 mililitros de agua en ebullición.

Hervir durante 1 minuto y dejar enfriar; en el caso de no utilizar inmediatamente la solución agregar 2.3 gramos de yoduro de potasio, el cual sirve como preservante. Almacenar en frasco bien cerrado.

3.5.7 Indicadores para Reacciones Redox (Oxidación-Reducción) ¹³

Un indicador Redox es una sustancia que cambia de color cuando se reduce. El cambio de color se invierte fácilmente mediante una oxidación. Dicho cambio tiene lugar para una variación pequeña y específica del potencial Redox de la solución en que está presente el indicador.

En la tabla siguiente se tienen los indicadores usados en Oxido-Reducción, se indica el cambio de color que se observa, las determinaciones para los que son usados, la cantidad en gramos que se usa para preparar la solución indicadora y la cantidad de disolvente para hacer un litro.

TABLA 18**Indicadores para Reacciones Redox (Oxidación-Reducción).****Indicadores de Absorción.¹³**

Indicador	Cambio de color	Para la determinación de	Gramos por litro	Cantidad de disolvente para 1 litro
Azul de Bromofenol	Incoloro-azul	Haluros, tiocianatos, mercurio, plata, talio	0.4	200 mL de etanol, 800 mL de agua.
Eosina	Rosado-púrpura	Bromuros, yoduros	1.0	700 mL de etanol, 300 mL de agua.
Eritrosina	Rosado-rosa azulado	Yoduros	1.0	700 mL de etanol, 300 mL de agua.
Fluoresceína	Verde-rosado	Haluros, tiocianatos, sulfatos	1.0	Etanol
Mercurocromo	Naranja pálido-rosado intenso	Tiocianatos, cloruros	1.0	Agua
Rodamina GG	Rosa-anaranjado violeta	Plata	1.0	Agua
Rojo Congo	Violeta-rojo	Haluros, tiocianatos	1.0	Agua

CAPÍTULO IV

4. Preparación y almacenamiento de reactivos especiales ^{13, 16}

Tomando en cuenta que estos reactivos se emplean en ensayos a la gota o en ensayos cualitativos usando cantidades semi-micro, las instrucciones se dan para la preparación de sólo 100 mL de solución, aunque algunas veces se menciona la cantidad a la cual se llevan finalmente. En cada caso se indican los principales iones o reactivos que se identifican con el reactivo en cuestión.

La mayoría de estos reactivos se almacenan en frascos de vidrio color ámbar con tapón bien cerrado, sin embargo esto puede variar dependiendo de las características de la solución.

- **Amarillo de Titán:** Reactivo para la identificación del magnesio. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.1 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de agua destilada, agitar hasta disolver por completo, luego envasar. ¹³

- **1 – Amino – 4 – hidroxiantraquinona:** Reactivo para la identificación del litio. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.1 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de etanol, disolver por completo y luego envasar. ¹³

- **Anilina, sulfato de:** Reactivo para identificación de cloratos. Pesar en balanza analítica 0.1 g. de sustancia y disolver en 100 mL de agua. Medir con probeta

1 mL de anilina por cada litro de agua, añadir ácido sulfúrico concentrado hasta que se disuelva por completo, agitar y luego envasar. ¹³

- **Barfoed, reactivo de:** Ensayo para la identificación de glucosa. Pesar con cuidado en balanza analítica 13.3 g. de acetato cúprico, agregar 2 mL de ácido acético glacial, disolver y llevar a 200 mL con agua destilada, agitar y envasar. ¹³

- **Benedict, solución de:** Detección de azúcares reductores. Disolver en agua 17.3 g. de sulfato de cobre, 173 g. de citrato sódico, 100 g. de carbonato de sodio anhidro transferir a un balón volumétrico y completar hasta un litro con agua. Para determinaciones cuantitativas de azúcar hacer lo siguiente: Disolver 18 g. de cristales de sulfato de cobre en aproximadamente 100 mL de agua. Pesar, con un margen de error de un gramo, 200 g. de cristales de carbonato de sodio (o 100 g. de carbonato de sodio anhidro), 200 g. de citrato sódico o potásico y 125 g. de tiocianato potásico, obteniendo 800 mL de solución, calentando si es necesario. Colocar esta solución de sulfato de cobre, enjuagando previamente el frasco hasta dos veces. Añadir luego 6 mL de ferrocianuro potásico 0.1 M y llevar a un litro de solución a temperatura ambiente (25 mL de esta solución son reducidos por 50 mg de glucosa). ¹³

- **Bencidina:** Reactivo para la identificación del plomo, ferricianuros y persulfatos. Para el plomo: Pesar en balanza analítica 0.5 g. de la sustancia por cada mL de ácido acético 1.5 M. Para los ferricianuros: solución saturada en frío en ácido acético 2 M. Para los persulfatos: Pesar en balanza analítica 2 g. de la sustancia por cada 100 mL de acético 2 M. El manejo de la bencidina es peligroso. Envasar con precaución. ¹³
- **Bencidina – acetato de cobre:** Reactivo para identificación de cianuros. Dilúyanse con agua 47.5 mL de solución saturada de bencidina en ácido acético glacial, hasta 100 mL. Disuélvanse 0.286 g. de acetato cuproso en 100 mL de agua. Empléense cinco partes de la primera solución por cada una de la segunda, en volumen. Luego envasar. ¹³
- **Biuret, prueba de:** Ensayo para la determinación de urea y para proteínas. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.75 g. de sulfato de cobre y disolver en un litro de solución de hidróxido potásico 2 M, agitar hasta completar disolución, luego envasar. ¹³
- **Bromo, agua de:** Reactivo para la identificación de fenoles ¹⁶ y en la prueba de Knopp para la histidina. Medir con cuidado 5 mL de Bromo por cada 100 mL de agua, agitar la mezcla con cuidado, guardar en un frasco ámbar y

decantar la solución cada vez que se necesite. Enfriar el frasco antes de usar la solución ya que los vapores son tóxicos y asfixiantes. ¹³

- **Brucina:** Reactivo para la identificación del bismuto y para nitratos. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.1 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de etanol, agitar y luego envasar. ¹³

- **Carmín:** Reactivo para la identificación del boro. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.5 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de etanol. Agitar y envasar. ¹³

- **Cinconina:** Reactivo para la identificación del bismuto. Pesar con cuidado en balanza analítica 2.5 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de solución de ácido nítrico 0.25 M, agitar y envasar. ¹³

- **Cloro, agua de:** Ensayo de bromo y yodo en presencia de cloro. ¹⁶ Colocar aproximadamente 50 g. de cristales de Clorato de Potasio o Sodio, dejar caer unas gotas de ácido clorhídrico concentrado sobre los cristales haciendo burbujear el gas desprendido en un recipiente que contenga agua hasta que esta tome el color amarillo. ¹³

- **o – Cresolftaleína complexona:** (púrpura de ftaleína). Reactivo para la identificación del calcio, estroncio, magnesio y bario. Generalmente se usa acompañado de verde naftol como colorante enmascarador. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.18 g. de sustancia y 0.01 g. del colorante, disolver en 100 mL de agua que contenga una cantidad suficiente de amoníaco hasta completa disolución y luego envasar. ¹³

- **Cupferrón:** Reactivo para la identificación del aluminio, bismuto, hierro, molibdeno, estaño, wolframio, uranio, vanadio y zirconio. Pesar 2 g. de sustancia y disolver en 100 mL de agua, en la cual se ha disuelto una pequeña cantidad de carbonato amónico. La solución dura aproximadamente una semana. Envasar adecuadamente. ¹³

- **Cuprón:** (α – benzoinoxima). Reactivo para la identificación del cobre, molibdeno y wolframio. Pesar con cuidado en balanza analítica 5 g. de la sustancia y disolverla en 100mL de etanol, agitar y luego envasar. ¹³

- **Curcumina:** Reactivo para la identificación del boro. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.1 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de etanol, agitar y luego envasar. ¹³

- **1,4 – Dihidroxiantraquinona:** Reactivo para la identificación del magnesio. Pesar con cuidado 0.05 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de solución 0.1 M de hidróxido sódico, agitar y luego envasar. ¹³

- **Difenilamina:** Reactivo para la identificación de nitratos. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.5 g. de la sustancia y disolver en 100 mL de ácido sulfúrico concentrado, agitar y luego envasar. ¹³

- **Difenilbencidina:** Reactivo para la identificación de nitratos y nitritos. Pesar con cuidado 0.02 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de ácido sulfúrico concentrado exento de ácido nítrico, agitar y luego envasar. ¹³

- **Difenilcarbocida:** Reactivo para la identificación de arseniatos, cadmio, cromo y mercurio. Disuélvase 1 g. de la sustancia en 100 mL de etanol, o bien en 10 mL de ácido acético (glacial) diluidos con etanol a 100 mL. ¹³

- **Difenilcarbazona:** Reactivo para la identificación del germanio y el mercurio. Pesar con cuidado 1 g. de la sustancia y luego disolverla en 100 mL de etanol, agitar y luego envasar. ¹³

- **Dimetilglioxima:** Reactivo para la identificación del bismuto, cobalto, níquel y plata. Pesar con cuidado en balanza analítica 1 g. de la sustancia y disolver en 100 mL de etanol, agitar y luego envasar. ¹³
- **Di – β – naftol:** Reactivo para la identificación de tartratos. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.05 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de ácido sulfúrico concentrado, agitar despacio y luego envasar. ¹³
- **Dinitrodifenilcarbocida:** Reactivo para la identificación del cadmio. Pesar 0.1 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de etanol, agitar y luego envasar. ¹³
- **2,4 – Dinitro – 1 – naftol – 7 – sulfónico , ácido:** (flavinato sódico). Reactivo para la identificación del cesio. Pesar con cuidado 0.5 g. de la sustancia y disolverla luego en 100 mL de ácido fórmico, agitar despacio y envasar. ¹³
- **Dipicrilamina:** (Hexanitrodifenilamina). Reactivo para la identificación del potasio. Pesar con mucho cuidado 1 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de carbonato sódico 0.05 M mediante calentamiento y filtrar en frío, luego envasar. ¹³

- **Ditiol:** (4 – metil – 1,2 – dimercaptobenceno): Reactivo para la identificación del estaño. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.2 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de solución de hidróxido sódico 0.25 M, agitar y envasar.

- **Ditizona:** (difeniltiocarbazona). Reactivo para la identificación del cadmio, oro, indio, mercurio, plata y cinc. Pesar con mucho cuidado en balanza analítica 0.005 g. de la sustancia y disolverla luego en 100 mL de tetracloruro de carbono o cloroformo, agitar despacio y envasar. ¹³

- **Etilendiamina:** Reactivo para la identificación del mercurio. Añádase solución acuosa de etilendiamina a una de sulfato de cobre 0.1 M hasta que la coloración violeta azulado no aumente de intensidad, agitar y luego envasar. ¹³

- **Ehrlich, reactivo de:** Determinación colorimétrica de urobilinógeno en la orina. Disolver 0.7 g. de p – dimetilaminobenzaldehído en 150 mL de ácido clorhídrico concentrado y 100 mL de agua, agitar hasta disolución completa y luego envasar. ¹³

- **Fehling, reactivo de:** Ensayo y determinación de azúcares reductores y aldehídos.
 - *Solución A.* Disuélvanse 34-64 g. de cristales de sulfato de cobre en 500 mL de agua.

- *Solución B.* Las cantidades varían según la bibliografía. Las recomendadas son 176 g. de tartrato sódico potásico y 77 g. de hidróxido sódico disueltos en 500 mL de agua.

Ambas soluciones se guardan separadas y cuando se van a emplear se mezclan volúmenes iguales de las mismas. 5 mL de cada una de ellas corresponde a 10 mL de solución mezcla, equivalente a 0.05 g. de glucosa. ¹³

- **Fenazona:** Reactivo para la identificación del antimonio y el cobalto. Pesar con cuidado en balanza analítica 1 g de la sustancia, disolverla en 100 mL de agua, agitar hasta completa disolución y luego envasar. ¹³

- **Fenilhidracina:** Reactivo para la identificación de molibdatos. Pesar con cuidado 1.5 g. de fenilhidracina y disolverla luego en 50 mL de ácido acético glacial y 50 mL de agua, agitar hasta completa disolución y envasar. ¹³

- **Fluoresceína:** Reactivo para la identificación de bromuros. Solución saturada en 50 mL de agua y 50 mL de etanol, agitar hasta completa disolución y envasar. ¹³

- **Fosfomolibdico, ácido:** Reactivo para la identificación del antimonio. Pesar con cuidado en balanza analítica 5 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de agua, agitar y luego envasar. ¹³

- **Gálico, ácido:** Reactivo para la identificación del cerio. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.02 g. de la sustancia y disolverla en 100 mL de agua, agitar y luego envasar. ¹³

- **8 – Hidroxiquinoleína (Oxina):** Reactivo para la identificación del aluminio, cadmio, cinc, cobalto, estaño, indio, molibdeno y titanio. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.2 g. de la sustancia, disolverla en 100 mL de agua, agitar y luego envasar. ¹³

- **Hierro III, peryodato de:** Reactivo para la identificación del litio. Disuélvanse 2 g. de peryodato potásico en 10 mL de hidróxido potásico 2 M, dilúyase con agua a 50 mL aproximadamente, añádanse 3 mL de cloruro férrico al 10% y dilúyase a 100 mL con solución de hidróxido potásico 2 M, agitar y envasar. ¹³

- **Índigo:** Reactivo para la identificación de hiposulfitos. Pesar 0.4 g. de índigo y calentar en 5 mL de ácido sulfúrico concentrado, déjese en reposo. Horas más tarde, viértase la solución en 95 mL de agua, agitar y luego envasar. ¹³

- **Indol:** Reactivo para la identificación de nitritos. Pesar con mucho cuidado en balanza analítica 0.02 g. de la sustancia, disolverla en 100 mL de agua, agitar adecuadamente y luego envasar. ¹³

- **Magenta (fucsina):** Reactivo para la identificación de sulfitos. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.02 g. de la sustancia, disolverla en 100 mL de agua, agitar y luego envasar. ¹³

- **Millón, reactivo de:** Prueba para la identificación de proteínas y triptófano. Disolver 100 g. de mercurio en 75 mL de ácido nítrico concentrado. Cuando se ha disuelto completamente, añadir 125 mL de agua destilada, agitar y envasar. ¹⁶

- **Molisch, reactivo de:** Prueba para la identificación de hidratos de carbono. También para arginina y radicales de arginina en proteínas usándolo con unas pocas gotas de hipoclorito sódico e hidróxido sódico. Pesar con cuidado en balanza analítica 5 g. de α – naftol disolver en 100 mL de etanol, agitar despacio y luego envasar. Se prepara recientemente. ¹³

- **Ninhidrina:** Prueba para la identificación de aminoácidos. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.1 g. de hidrato de indanotriona, disolver en 100 mL de agua, agitar y luego envasar. ¹³

- **Negro de Eriocromo T (Negro de Solocromo):** Reactivo para la identificación del calcio, cadmio, cinc, magnesio, manganeso y plomo.

Disuélvase 1 g. en 25 mL de etanol y añádanse 75 mL de trietanolamina, agitar y luego envasar. ¹³

- **Nioxima:** Reactivo para la identificación del níquel. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.8 g. de la sustancia, disolver en 100 mL de agua, agitar y luego envasar. ¹³

- **Níquel etilendiamina:** Reactivo para la identificación de tiosulfatos. Añádase etilendiamina a una solución 0.5 M de nitrato de níquel hasta que se produzca una coloración azul-violeta, agitar y envasar. ¹³

- **Obermeyer, reactivo de:** Reactivo para determinación del indoxilo. Disuélvanse 4 g. de cloruro férrico en un litro de ácido clorhídrico concentrado, agitar despacio y luego envasar. ¹³

- **Plata, nitrato (amoniacal) de:** (Reactivo de Tollen's). Ensayo para la identificación de aldehídos y para azúcares reductores. Adiciónense dos o tres gotas de hidróxido sódico 2 M a 5 mL de solución de nitrato de plata 0.2 M, y añádase amoníaco 2 M hasta el momento en que el precipitado se redisuelva, agitar y envasar. ¹³

- **4 - (p - Nitrofenilazo) - 1 - naftol (Magnesón II):** También se le denomina p - nitrobencenoazo - α - naftol. Reactivo para la identificación del magnesio. Pesar con mucho cuidado 0.001 g. de la sustancia, disolver en 100 mL de solución de hidróxido sódico 1M, agitar y luego envasar. ¹³

- **4 - (p - Nitrofenilazo) - resorcinol (Magnesón I):** Reactivo para la identificación del magnesio. Pesar con cuidado en balanza analítica 0.01 g. de la sustancia, disolver en 100 mL de solución 1M de hidróxido sódico, agitar y luego envasar. ¹³

- **Pícrico, ácido:** Solución saturada. Uso: precipitación de creatinina y creatina en la orina. El ácido pícrico debe ser puro. Ello puede conseguirse del modo siguiente. Disolver 50 g. de ácido pícrico impuro en 700 mL de agua destilada calentando y añadir 10 mL de ácido clorhídrico concentrado al líquido cuando este se halle hirviendo. Una vez enfriado, decantar el líquido y lavar los cristales con 100 mL de agua destilada. Recristalizar, filtrar a través de un embudo Buchner, lavar con 150 mL de agua destilada y secar con papel de filtro. Luego saturar en agua destilada, agitar y envasar. ¹³

- **Pirocatecol:** Reactivo para la identificación del titanio. Pesar 10 g. de la sustancia, disolver en 100 mL de agua destilada, agitar y envasar. Esta solución es de preparación reciente. ¹³

- **Pirogalol:** Reactivo para la identificación del bismuto. Pesar con cuidado 10 g. de la sustancia, disolver en 100 mL de agua destilada, agitar y luego envasar. Esta solución es de preparación reciente. ¹³

- **Pirrol:** Reactivo para la identificación de selenitos. Pesar con cuidado 1 g de la sustancia, disolver en 100 mL de etanol exento de aldehídos, agitar y luego envasar. ¹³

- **Plata, peryodato de:** Reactivo para la identificación del manganeso. Se prepara una solución saturada con el peryodato y se filtra antes de prepararla, preferiblemente a través de pulpa de papel, agitar y envasar. ¹³

- **Quinaldínico, ácido:** Reactivo para la identificación del cadmio y el cinc. Neutralícese 1 g. de sustancia con solución 1 M de hidróxido sódico y dilúyase a 100 mL con agua destilada, agitar con cuidado y luego envasar. ¹³

- **Quinoleína:** Reactivo para la identificación del silicio. Pesar con cuidado 2 g. de la sustancia, disolver en 80 mL de agua caliente, añádanse 2.5 mL de ácido clorhídrico concentrado, enfriar y envasar. ¹³

- **Reactivo para identificar cloruros:** Pesar con cuidado en balanza analítica 1.7 g. de nitrato de plata y disolver en agua destilada, añádanse 25 g. de

nitrate potásico y 17 mL de solución de amoníaco de densidad 0.88 y dilúyase a un litro, agitar y luego envasar. ¹³

- **Resorcinol:** Reactivo para la identificación del platino. Pesar con cuidado 1.0 g. de la sustancia, disolver luego en 100 mL de agua, agitar y luego envasar. ¹³

- **Rodamina B:** Reactivo para la identificación del antimonio, oro y wolframio. Pesar con mucho cuidado en balanza analítica 0.01 g. de la sustancia, disolver en 100 mL de agua, agitar y luego envasar. ¹³

- **Saliciladoxima:** Reactivo para la identificación del bismuto, cinc, hierro, níquel y plomo. Disuélvase 1 g. en 5 mL de etanol frío y añádase gota a gota a 95 mL de agua caliente, agitar suavemente y luego envasar. ¹³

- **Saltzman, reactivo de:** (reactivo para identificación de nitritos). Disuélvanse 0.02 g. de cloruro de N - (1 – naftil) etilendiamina y 5 g. de ácido sulfanílico en agua que contenga 140 mL de ácido acético glacial. Dilúyase con agua a un litro, agitar suavemente y luego envasar. ¹³

- **Schiff, reactivo de:** Prueba para la identificación de aldehídos. Disolver 0.5 g. de fucsina (magenta) en 500 mL de agua y hacer pasar dióxido de azufre a través de la solución (por burbujeo) hasta que ésta se decolore.

Alternativamente, añadir a la solución de fucsina 9 g de bisulfito sódico y 20 mL de ácido clorhídrico 2 M, agitar y luego envasar. ¹³

- **Seliwanoff, reactivo de:** Ensayo para la identificación de la fructosa. Pesar con cuidado 0.5 g. de resorcinol disolver en un litro de ácido clorhídrico 3 N, agitar suavemente y luego envasar. ¹³

- **Sodio, nitroprusiato:** (pentacianonitrosilferrato disódico). Ensayo para la identificación de aldehídos y cetonas. Pesar con cuidado 1 g. de la sustancia, disolver en 100 mL de agua, agitar y luego envasar. Esta solución es de preparación reciente. ¹³

- **Sodio, aziduro de:** (reactivo de yodo). Para identificación de sulfuros, tiosulfatos y tiocianatos. Disolver 3 g. de aziduro sódico en 100 mL de solución de yodo 0.05 M, agitar y luego envasar. ¹³

- **Sodio carbonato de fenolftaleína:** Para identificación de bicarbonatos. Mezclar 20 mL de solución de fenolftaleína y 10 mL de solución de carbonato sódico 0.05 M y diluir a 100 mL, agitar y luego envasar. ¹³

- **Tioacetamida:** Reactivo para la identificación del antimonio, arsénico, bismuto, cadmio, cinc, cobalto, níquel y plomo. Pesar con cuidado 7.5 g. de la sustancia, disolver en 100 mL de agua, agitar y luego envasar. ¹³

- **Tiourea:** Reactivo para la identificación de antimonio, bismuto, cadmio y estaño. Pesar con cuidado 10 g. de la sustancia, disolver en 100 mL de agua, agitar y luego envasar. ¹³

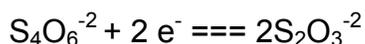
- **Yodo-yoduro de potasio:** Reactivo para la identificación de alcoholes y aldehídos. Disolver 6 g. de yoduro potásico y 2 g. de yodo en 100 mL de agua, agitar y envasar. ¹³

5. Otros reactivos especiales ^{13, 15, 17}

a. TIOSULFATO DE SODIO 0.1 N y 1 N: ¹⁵

Fórmula: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

La semi – reacción del $\text{S}_2\text{O}_3^{-2}$ es la siguiente:



El cambio es de $2 e^-$ pero al lado derecho de los productos hay un coeficiente de 2 $\text{S}_2\text{O}_3^{-2}$ y sólo se necesita uno (1) por lo que $2 / 2 = 1 e^-$ por cada molécula de $\text{S}_2\text{O}_3^{-2}$, el peso equivalente del $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ es igual al peso molecular entre 1.

La fórmula o molécula es $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ y su peso 248.18 g al dividirlo entre 1 es 248.18 g para una solución 1N y para 0.1 N se multiplica por 0.1:

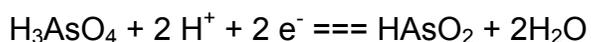
$248.18 \times 0.1 = 24.818$ g de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ para un litro de solución se usa agua destilada hervida y enfriada. *Posteriormente se estandariza para conocer su concentración final.*

Técnica de Preparación: Ver cuadro 23 (Pág. 69)

b. TRIOXIDO DE ARSÉNICO 0.1 N y 1 N: ¹⁵

Fórmula: As_2O_3

Esta solución esta basada en la reacción siguiente:



Debido a que el As_2O_3 es insoluble en agua, este se vuelve soluble al agregar NaOH 6 N.

El peso equivalente se calcula de la siguiente forma: en la reacción hay un cambio de 2 e⁻ pero en la fórmula de la reacción hay un solo Arsénico y en el As₂O₃ son dos arsénicos, entonces se tiene 2 X 2 e⁻ = 4 e⁻ y el peso equivalente del As₂O₃ es:

$$\frac{\text{Peso molecular del As}_2\text{O}_3}{4} = \frac{197.84}{4} = 49.46 \text{ g}$$

Para una solución 1 N de As₂O₃ = 49.46 g

Para una solución 0.1 N de As₂O₃ = 49.46 g X 0.1 = 4.946 g

Ambos para 1 litro de solución.

Técnica de Preparación: ¹³

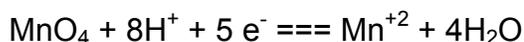
Pesar exactamente 49.46 g de Trióxido Arsénico y diluir en 200 mL de Hidróxido de sodio 0.2 M, luego añadir Ácido Clorhídrico 0.2 M hasta que la solución sea ligeramente ácida. Finalmente diluir a un litro y envasar.

Posteriormente se estandariza la solución para conocer la concentración real. ¹⁴

c. PERMANGANATO DE POTASIO 0.1 N y 1 N: ¹⁵

Fórmula: KMnO₄

Esta solución esta basada en la ecuación:



Por lo que el peso equivalente del KMnO₄ será: 158.04 / 5 = 31.608 g por litro de solución 1 N. Para una 0.1 N es 31.608 g X 0.1 = 3.16 g para 1 litro de solución. *Es necesario estandarizarla luego para conocer su concentración final.*

Técnica de Preparación: ver cuadro 19 (Pág. 65)

d. SOLUCIÓN ESTÁNDAR DE EDTA 0.02 M: ¹⁵

Peso Molecular: 372.24

Nombre: Sal Disódica del Ácido Etilen – Diamino Tetraacético (Titríplex III).

Pesar exactamente en balanza analítica 7.44 g. de la sal y agregar 0.05 g. de $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ y luego diluir con agua destilada hasta un litro de solución. Valorar luego con el estándar de CaCl_2 (Ver literal f abajo). Guardar en frasco plástico.

e. SOLUCIÓN BUFFER $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{NH}_4\text{OH}$: ¹⁷

Pesar exactamente 67.5 g de NH_4Cl y disolverlos en 570 mL de NH_4OH concentrado, agitar bien y luego diluir hasta un litro de solución con agua destilada libre de CO_2 . Guardar en frasco de plástico.

Esta solución no se encuentra dentro del capítulo III, debido a que es una solución especial utilizada exclusivamente para la alcalinización del EDTA en la valoración de la dureza del agua, con esta solución se alcanza un pH óptimo de 10, el cual es necesario para la identificación de calcio en presencia de magnesio en el agua. ¹⁵

f. SOLUCIÓN ESTÁNDAR DE CLORURO DE CALCIO 0.02 N: ¹⁵

Pesar exactamente 1 g de CaCO_3 anhidro y reactivo analítico puro, luego colocarlo en un beaker de 100 mL y disolverlo con 10 mL de HCl 3 N. Posteriormente llevarlo a un litro con agua destilada. Guardar en frasco de plástico. Esta solución se utiliza para estandarizar la solución de EDTA 0.02 M.

g. SOLUCIÓN DE YODO 0.1 N y 1 N: ¹⁵

La reacción Redox del I₂ es:



El yodo molecular tiene un peso de 254 g / mol; el número de electrones intercambiables son 2, por lo que el peso equivalente es:

$$P_{eq} = \frac{254}{2} = 127$$

Para preparar una solución 1 N de yodo serán 127 g / litro.

Si fuese 0.1 N de yodo esta sería 127 x 0.1 = 12.7 g de yodo.

Técnica de preparación para una solución 0.1 N:

Pesar 20 g de yoduro de potasio y diluirlos en suficiente agua destilada.

Igualmente pesar 12.7 g de cristales de yodo y disolverlos en el agua ya preparada. Diluir a un litro y envasar.

La solución de yodo debe ser envasada en frasco de vidrio, si es posible con tapón del mismo material; en caso de no ser posible, utilizar tapón de plástico; pero nunca de hule. Posteriormente se estandariza la solución para conocer su concentración real.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

1. La preparación de soluciones de reactivos empleados en el análisis químico depende de diferentes factores como cálculos previos, los cuales deben ser establecidos para diferentes concentraciones a un volumen definido; así como de las condiciones de almacenamiento y envase.
2. El uso del laboratorio representa en la actualidad un riesgo potencial ya que las condiciones de seguridad se desconocen o se omiten al momento de las prácticas.
3. Los accidentes en el laboratorio son originados muchas veces por desconocimiento o ignorancia respecto al almacenaje, un correcto almacenamiento de los reactivos químicos los disminuye.
4. La etiqueta de un frasco de reactivo químico contiene información valiosa que es fundamental conocer al manipular cualquier reactivo químico por primera vez, al mismo tiempo esta protege al manipulador o usuario de riesgos potenciales a los cuales está expuesto en dicho momento.

5. El envase donde se coloca un reactivo químico es un factor determinante para el tiempo de vida útil en estantería, además de proteger al reactivo protege al usuario de posibles derrames o fugas del mismo.

6. El almacenamiento de un reactivo químico dentro del laboratorio es uno de los aspectos más importantes, ya que dependiendo de la manera en que se dispongan los frascos en los estantes; así se podrán evitar accidentes, errores, confusiones y posibles reacciones entre ellos, facilitando su ubicación y correcta manipulación.

CAPÍTULO VI

RECOMENDACIONES

1. Dado los riesgos que representa el uso del laboratorio es importante contar con inducciones o presentaciones acerca de las normas de seguridad y el uso de los reactivos de forma periódica, es decir, trimestral o semestralmente.
2. Se recomienda el uso de una sola clase de reactivos de buena calidad (marca) para facilitar en gran manera la correcta manipulación de los mismos, ya que de esta forma se reduce en gran medida los cuidados que se deben tener entre el uso de reactivos que no son de buena calidad y los que responden a un buen criterio.
3. Es recomendable incluir en las materias básicas de la carrera, cursos u horas clase sobre seguridad en el laboratorio o realizar capacitaciones tanto personal docente, laboratoristas como a los estudiantes quienes la mayoría de veces desconocen los riesgos en el laboratorio.
4. Se debería proporcionar a todos los laboratorios (Control de Calidad, Analítica, Química Orgánica, Química General, etc.) un manual que indique las condiciones en que se deben almacenar y manipular los reactivos.

5. Las casas fabricantes deberían proporcionar a la Facultad de Química y Farmacia toda la nomenclatura y símbolos de riesgo y seguridad para conocer las medidas de precaución, y un certificado de análisis que ampare la calidad del reactivo y su utilización.

6. Se debería de hacer un esfuerzo por tratar de distribuir material de este tipo para aquellas industrias y laboratorios que preparan reactivos, con el fin de compartir las técnicas de preparación de los reactivos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Angenault, Jacques. "Diccionario Enciclopédico de Química", México, Compañía Editorial Continental, 1998.
2. Brumblay, Ray U. "Análisis Cuantitativo", 4ª Impresión, México, Compañía Editorial Continental S. A. 1968.
3. Brumblay, Ray U. "Quantitative Analysis", Barnes & Noble Inc., 5ª Edición, 1965.
4. Canales F. H., Alvarado E. L., Pineda E. B., "Metodología de La Investigación", OPS, 1986, Págs.: 85-90, 130-138.
5. Catálogo Orion. "Manual de productos de laboratorio y electroquímica" 1997.
6. Catálogo de Reactivos Químicos "J. T. Baker", 2000 – 2001.
7. Chang Raymond, "Química", 4ª Edición, Buenos Aires, Argentina, Editorial McGraw Hill, 1994, Pág.: 140-141, 707-709.
8. Chávez E., Alex Arnoldo, "Elaboración de un Manual sobre uso y Almacenamiento adecuado de Reactivos de alto Riesgo", trabajo de graduación, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador, 2000, Págs.: 31-44.
9. Convención Farmacopeica de los Estados Unidos, USP XXIV, 1999
10. Enciclopedia de la Ciencia y la Técnica, Ediciones Danae, S.A., Barcelona.
11. "Formulario Nacional de los Estados Unidos 19", 1999.

12. Fritz, James S. "Química Analítica Cuantitativa", 3ª Edición, México, LIMUSA Editores, 1989.
13. Gabb, M.H. "Manual de Soluciones de Laboratorio", España, Ediciones Bellaterra S.A., 1967.
14. Garret & Company. "Semimicro Cualitative Analysis, 3ª Edición, USA, Publishing Company, 1966.
15. "Manual de Química Analítica I y II", Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador, 2001.
16. "Manual de Química Orgánica III", Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador, 1999.
17. "Métodos Oficiales de Análisis de la Asociación de Químicos Analistas Oficiales" (AOAC), 12ª Edición, Arlington, Virginia, USA, Editorial Sydney Williams, 1970.
18. Productos de Laboratorio para la Práctica: "Indicadores y Sustancias Patrón Primario", Merck, 2002.
19. Reactivos Químicos "Merck", 2002.
20. Science Education "Fisher Scientific", USA, 2000, Págs.: 365-367, 373-375, 494.
21. Skoog y West, Douglas y Donald. "Química Analítica", 7ª Edición, Mc Graw Hill Interamericana, México.
22. Torres Romero, David Francisco, "Elaboración e Implementación de un Manual sobre uso, manejo y condiciones de almacenamiento de reactivos

utilizados en el laboratorio de Control de Calidad de Productos Farmacéuticos”, trabajo de graduación, 2000, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de El Salvador, Págs.: 2-11, 23-30.

23. Zarco Rubio, Ester. “Seguridad en Laboratorios: Prevención de Accidentes y Primeros Auxilios en Laboratorios Químicos”, México, Editorial Trillas, 2000.
24. <http://www.chemdat.de>
25. <http://www.fisherdv.com>
26. <http://www.guadalajara.gob.mx>
27. <http://www.emulgel.com.mx>
28. <http://www.ciqueme.org.ar>.

ANEXOS

ANEXO N° 1

ABREVIATURAS/ UNIDADES ¹⁹

ACS = American Chemical Society (Sociedad Americana de Químicos).

CAS = Chemical Abstracts Service.

CCF = Cromatografía en Capa Fina (delgada).

CG = Cromatografía de gases.

D = Densidad.

DBO = Demanda Bioquímica de Oxígeno.

DQO = Demanda Química de Oxígeno.

DDT = Departamento De Transporte.

EMD = Grado Escolar Educativo.

GMP = Buenas Prácticas de Manufactura.

HPLC = Cromatografía Líquida de Alta Eficacia.

HPTLC = Cromatografía en Capa Fina de Alta Eficiencia.

Kg = Kilogramos.

IUPAC = International Union of Pure and Applied Chemistry

(Unión Internacional de Química Pura y Aplicada)

L = Litros.

M = Molaridad.

N = Normalidad.

NF = Formulario Nacional.

NFPA = Asociación Nacional de Protección de Incendios.

Peq = Peso Equivalente.

ppm = Partes Por Millón.

ppb = Partes Por Billón.

RMN = Resonancia Magnética Nuclear.

USP = Farmacopea de los Estados Unidos.

UV = Espectroscopia Ultravioleta.

UV/ VIS = Espectroscopia Ultravioleta/ Visible.

ANEXO N° 2

DETERMINACION DE PESO EQUIVALENTE

Peso Equivalente de una Base: peso molecular de la base dividido entre el número de iones oxidrilos (OH^-) presentes en la fórmula. Ejemplo: KOH

$$\frac{\text{PM KOH}}{\text{N}^\circ \text{OH}^-} = \frac{56}{1} = 56$$

Peso Equivalente de un Ácido: peso molecular del ácido dividido entre el número de iones hidrógeno (H^+) sustituibles. Ejemplo: H_2SO_4

$$\frac{\text{PM H}_2\text{SO}_4}{\text{N}^\circ \text{de H}^+} = \frac{98}{2} = 49$$

Peso Equivalente de una Sal: peso molecular de la sal dividido entre el número de cargas positivas presentes en la sal. Ejemplo:



$$\frac{\text{PM CaSO}_4}{\text{N}^\circ \text{Cargas (+)}} = \frac{136}{2} = 68$$



En este ejemplo hay $2 \times (+3) = +6$ cargas positivas

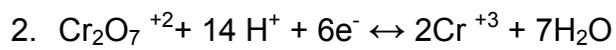
$$\frac{\text{PM Al}_2(\text{SO}_4)_3}{\text{N}^\circ \text{cargas positivas}} = \frac{342}{6} = 57$$

Peso Equivalente de una Sustancia Redox: peso molecular de la sustancia redox dividido entre el número de electrones intercambiados.

Ejemplos:



$$\frac{\text{PM } \text{KMnO}_4}{\text{N}^\circ \text{ de e}^-} = \frac{158.04}{5} = 31.61$$



$$\frac{\text{PM } \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7}{\text{N}^\circ \text{ de e}^-} = \frac{294.19}{6} = 49.03$$

ANEXO N° 3

CONVERSION DE NORMALIDAD A MOLARIDAD Y VICEVERSA

Como pasar de N a M y lo contrario:

$$N = \frac{N^\circ \text{ Eq}}{V \text{ (L)}} = \frac{g/\text{Peq}}{V} = \frac{g}{\text{Peq} \times V}$$

$$M = \frac{N^\circ \text{ Moles}}{V \text{ (L)}} = \frac{g/\text{PM}}{V} = \frac{g}{\text{PM} \times V}$$

Pero: $\text{Peq} = \frac{\text{PM}}{Z}$

Donde Z = N° de Hidrógenos (ácidos)

= N° de Iones Oxidrilos (bases)

= N° de Electrones (redox)

= N° de Cargas + (sales)

En donde:

$$N = \frac{g}{\frac{\text{PM} \times V}{Z}} \quad \text{y} \quad N = \frac{g}{\text{PM} \times V} \times Z$$

Pero: $M = \frac{g}{\text{PM} \times V}$

De donde se obtiene: $N = MZ$

$$M = \frac{N}{Z}$$

Ejemplo:

Encontrar la Molaridad del Ca(OH)_2 esta base tiene 2 OH^-

$$N = 2.9$$

$$N = MZ \quad M = \frac{N}{Z}$$

$$M = \frac{2.9}{2} = 1.45 \text{ M}$$

ANEXO N° 4

FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA NORMALIDAD

Hay soluciones que no poseen una concentración exacta; por lo que es necesario estandarizarlas y determinarles su concentración exacta:

Si por ejemplo se desea preparar una solución 0.1N, pero al valorarla se encuentra que ésta posee una normalidad de 0.0985N; entonces se necesita un factor que determine el grado de variación entre el valor real y el valor teórico para evitar mayor margen de error, este se denomina: **FACTOR DE CORRECCIÓN**, el cual se define como la relación entre la normalidad que posee una solución preparada y la normalidad que se pretendía encontrar al preparar una solución tipo. Esquemáticamente se obtiene así:

$$F_c = \frac{\text{Normalidad encontrada}}{\text{Normalidad deseada}} = \frac{N \text{ práctica}}{N \text{ teórica}}$$

$$F_c = \frac{0.0985}{0.1} = 0.985$$

Este se aplica en cálculos en los cuales se hace uso de ciertas equivalencias químicas como por ejemplo si 1mL de NaOH 0.5N equivale a 0.030 g. de CH₃-COOH y en la valoración se gastaron 20 mL de NaOH el equivalente de Ácido Acético será:

1 mL de NaOH 0.5 N ————— 0.030 g. de CH₃ – COOH

20 mL de NaOH 0.5 N ————— X

$$X = 0.6 \text{ g. de CH}_3 - \text{COOH}$$

Eso sucedería si la normalidad de la solución es exactamente 0.5 N.

Sin embargo en el caso de que la normalidad del NaOH fuera 0.4605 N se necesitaría emplear el factor de corrección (Fc) para poder hacer la equivalencia con el Ácido Acético:

$$F_c = \frac{\text{Práctico}}{\text{Teórico}} = \frac{0.4605}{0.5000} = 0.921$$

Por lo que: 20 mL de NaOH 0.4605N multiplicado por el Fc sería igual a los mililitros de NaOH 0.5N, es decir, $20(0.921)$ este valor es igual a 18.42 mL, en este caso el factor de corrección (Fc) nos servirá para convertir los mL de NaOH de la concentración encontrada a un volumen de mL de NaOH deseados.

Luego ya se puede hacer la equivalencia con los gramos de Ácido Acético.

1 mL de NaOH 0.5N equivale a 0.030g. de $\text{CH}_3\text{-COOH}$.

Entonces:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ mL de NaOH} \quad \text{—————} \quad 0.030 \text{ g. de } \text{CH}_3 - \text{COOH} \\ 18.42 \text{ mL de NaOH} \quad \text{—————} \quad X \end{array}$$

Por lo tanto:

$$X = \frac{18.42 \times 0.030}{1 \text{ mL.}} = 0.553 \text{ g. de Ácido Acético}$$

ANEXO N° 5

pH⁹

Es el valor dado por un pHmetro (ver figura 8) adecuado y estandarizado capaz de reproducir valores de pH dentro de un rango de ± 0.02 usando para ello un electrodo indicador sensible al ión hidrógeno (electrodo de vidrio) y un electrodo de referencia que generalmente puede ser de Calomel o de Ag – AgCl.

El pH debe medirse en un rango de temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. el equipo se estandariza ajustando el control de calibración o el control de ajuste del cero.

Para la calibración es necesario utilizar soluciones buffer especiales, preparadas con sales de calidad y pureza conocida y con agua libre de CO_2 .

Todas las sales para preparar buffers deben ser secadas excepto el tetraborato de sodio y el tetraoxalato de potasio.

Método para tomar el pH de una solución:

1. Calibrar el pHmetro.
2. Seleccionar 2 soluciones buffer cuya diferencia de valores de pH entre ellas no exceda de 4 unidades y el valor de pH esperado de la muestra caiga dentro de ese rango.
3. Ajustar la temperatura de las soluciones.
4. Ajustar con el control de calibración el valor de pH con la solución buffer de menor pH.

5. Lavar el electrodo con la otra solución y hacer la lectura del valor de pH el cual debe estar en un rango de ± 0.07 del valor esperado. Si esto no se logra hacer lavados continuos y tomar lecturas hasta que aparezca entre dicho rango.
6. Repetir la estandarización de ambas soluciones hasta obtener valores de pH dentro de un rango de ± 0.02 unidades sin ser necesario estar ajustando los controles.
7. Lavar los electrodos con la solución muestra y tomar el pH.

Nota: Para diluir la muestra utilizar agua libre de CO₂ y también para hacer los lavados de los electrodos.



Fig. 8: pHmetro digital.

ANEXO N° 6

INDICADORES ÁCIDO-BASE ¹⁸

(POR ORDEN CRECIENTE DE ZONA DE VIRAJE DE pH)

Indicador	Zona de viraje, cambio de color	Preparación para 100 mL de solución
Verde de malaquita-oxalato	0.0-2.0 Amarillo-verde azulado	0.1g en 100mL de agua
Verde brillante	0.0-2.6 Amarillo-verde	0.1g en 100mL de agua
Eosina amarillenta	0.0-3.0 Amarillo-Fluorescencia verde	0.1g en 100mL de agua
Eritrosina B	0.0-3.6 Anaranjado-rojo	0.1g en 100mL de agua
Verde de metilo	0.11-2.3 Amarillo-azul	0.1g en 100mL de agua
Violeta de metilo	0.1-2.7 Amarillo-violeta	0.1g en 100mL de etanol (20%)
Ácido pícrico	0.2-1.0 Incoloro-amarillo	0.1g en 100mL de etanol (70%)
Rojo de Cresol	0.2-1.8 Rojo-amarillo	0.1g en 100mL de etanol (20%)
Violeta Cristal	0.8-2.6 Amarillo-Violeta azulado	0.1g en 100mL de etanol (70%)
Púrpura de m – Cresol	1.2-2.8 Rojo-amarillo	0.04g en 100mL de etanol (20%)
Azul de timol	1.2-2.8 Rojo-amarillo	0.04g en 100mL de etanol (20%)

INDICADORES ACIDO-BASE ¹⁸

(POR ORDEN CRECIENTE DE ZONA DE VIRAJE DE pH) (Continuación)

Indicador	Zona de viraje, cambio de color	Preparación para 100 mL de solución
Azul de p – xilenol	1.2-2.8 Rojo-amarillo	0.1 g en 100mL de etanol (50%)
Eosina azulada	1.4-2.4 Incoloro-fluorescencia rosa	0.1 g en 100mL de agua
2,4 – Dinitrofenol	2.8-4.7 Incoloro-amarillo	0.1 g en 100mL de etanol (70%)
Azul de Bromoclorofenol	3.0-4.6 Amarillo-azul violeta	0.1 g en 100mL de etanol (20%)
Rojo congo	3.0-5.2 Azul-anaranjado amarillento	0.2 g en 100mL de agua
Anaranjado de metilo	3.1-4.4 Rojo-Anaranjado amarillento	0.04 g en 100mL de etanol (20%)
Verde de bromocresol	3.8-5.4 Amarillo-azul	0.1 g en 100mL de etanol (20%)
2,5 – dinitrofenol	4.0-5.8 Incoloro-amarillo	0.05 - 0.1 g en 100mL de etanol (70%)
Rojo de metilo (Sal Sódica)	4.4-6.2 Rojo-anaranjado amarillento	0.1 g en 100 mL de etanol (96%)

INDICADORES ÁCIDO-BASE ¹⁸

(POR ORDEN CRECIENTE DE ZONA DE VIRAJE DE pH) (Continuación)

Indicador	Zona de viraje, cambio de color	Preparación para 100 mL de solución
Rojo de clorofenol	4.8-6.4 Amarillo-púrpura	0.1 g en 100mL de etanol (70%)
Tornasol	5.0-8.0 Rojo-azul	
Púrpura de bromocresol	5.2-6.8 Amarillo-púrpura	0.1 g en 100mL de etanol (20%)
Rojo de bromofenol	5.2-6.8 Anaranjado amarillento-púrpura	0.1 g en 100mL de etanol (20%)
4 – nitrofenol	5.4-7.5 Incoloro amarillo	0.2 g en 100mL de etanol (96%)
Azul de bromotimol	6.0-7.6 Amarillo-azul	0.1 g en 100mL de etanol (20%)
Rojo de cresol	7.0-8.8 Naranja-púrpura	0.1 g en 100mL de etanol (50%)
Azul de timol	8.0-9.6 Amarillo-azul	0.04 g en 100mL de etanol (20%)
Fenolftaleína	8.2-9.8 Incoloro-rojo violeta	0.1 g en 100mL de etanol (96%)
Timolftaleína	9.3-10.5 Incoloro-azul	0.1 g en 100mL de etanol (50%)
Azul Álcali	9.4-14.0 Violeta-rosa	0.1 g en 100 mL de etanol (96%)

ANEXO N° 7

GUÍA RÁPIDA PARA TRATAR ACCIDENTES EN EL LABORATORIO ²³

Sustancias	Ingestión	Inhalación	Quemaduras	Ojos
Acetatos	Inducir el vómito con un emético, seguido de un emoliente	Ventilar a la persona y darle tratamiento de shock.	Lavar con agua y jabón. Y manejarlo como quemadura térmica.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación.
Ácidos Fuertes	Suministrar media cucharadita de una solución de amoníaco al 1%.	Inhalar vapores de una solución de amoníaco al 1%.	Lavar con Bicarbonato de sodio, al 5% y manejarlo como quemadura térmica.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación (síntoma de que el pH del ojo es normal)
Alcoholes	Inducir el vómito y administrar un estimulante.	Trasladar a la persona a un lugar ventilado y darle tratamiento de shock.	Lavar con agua y jabón. Recordar que son solventes inflamables.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación, no aplicar aceites en los ojos, ni ungüentos sin orden del médico.
Aldehídos	Suministrar media cucharadita de una solución de amoníaco al 1%	Inhalar vapores de una solución de amoníaco al 1%.	Lavar con Bicarbonato de sodio al 5%.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación. Se permite el uso de colirios.

GUÍA RÁPIDA PARA TRATAR ACCIDENTES EN EL LABORATORIO

(Continuación) ²³

Sustancia	Ingestión	Inhalación	Quemaduras	Ojos
Aminas	Suministrar ácido acético al 5%, seguida de un emoliente.	Inhalar vapores de ácido acético.	Lavar con ácido acético al 2% o con cloruro de amonio al 5%.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación. No aplicar ungüentos.
Amonios cuaternarios	Ingerir una suspensión de tierra de batán e inducir el vómito.	Trasladar a la persona a un lugar ventilado y darle tratamiento de shock.	Lavar con agua y jabón. Y manejarla como quemadura térmica.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación. No aplicar ungüentos.
Antimonio (compuesto de)	Suministrar dos cucharadas de ácido tánico o antídoto universal en un vaso de agua.	Trasladar a la persona a un lugar ventilado y darle tratamiento de shock	Lavar con agua para diluir la acción de la sustancia.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación. No aplicar ungüentos, recurrir al médico.
Arsénico (compuesto de)	Administrar inmediatamente 50 mL de hidróxido férrico diluido, seguido de un emoliente.	Ventilar a la persona y darle tratamiento de shock.	Lavar con agua para diluir la acción de la sustancia.	Lavar con agua para que el afectado no sienta irritación. Aplicar ungüentos y llevar al médico de inmediato.

GUÍA RÁPIDA PARA TRATAR ACCIDENTES EN EL LABORATORIO

(Continuación) ²³

Sustancia	Ingestión	Inhalación	Quemaduras	Ojos
Bario (compuestos de)	Inducir al vómito y administrar un emoliente.	Sacar a la persona del área contaminada y dar tratamiento de shock.	Lavar con agua y tratar como quemadura térmica.	No frotarse los ojos y llevarlo con personal especializado para lavarlos.
Bismuto (compuestos de)	Administrar un emético y después un emoliente.	Ventilar a la persona y darle tratamiento de shock.	Lavar con agua para diluir el efecto de la sustancia.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación. No aplicar ungüentos y recurrir al médico.
Carbonatos	Evitar el vómito y administrar un emético.	Ventilar a la persona y darle tratamiento de shock.	Lavar con agua sin jabón y no aplicar productos grasos.	No frotarse los ojos y llevarlo con personal especializado para lavarlos.
Cianuro (compuestos de)	Suministrar una solución diluida de nitrito o tiosulfato de sodio.	Ventilar a la persona y dar a aspirar 0.2 mL de nitrito de amilo.	Lavar con agua y jabón y dar tratamiento de quemadura térmica.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación y llevarlo con personal especializado.

GUÍA RÁPIDA PARA TRATAR ACCIDENTES EN EL LABORATORIO

(Continuación) ²³

Sustancias	Ingestión	Inhalación	Quemaduras	Ojos
Cloro	Administrar media cucharadita de amoníaco al 1%	Inhalar vapores de una solución de amoníaco al 1%.	Lavar con bicarbonato de sodio al 5%	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación. En caso de dolor, aplicar colirio anestésico.
Cromatos	Inducir el vómito y dar un emético.	Trasladar a la persona a un lugar ventilado y darle tratamiento de shock.	Lavar con agua sin jabón.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación y llevarlo con personal especializado.
Fósforo (compuestos de)	Dar media cucharadita de sulfato cúprico con bastante agua y un emético.	Seguir las indicaciones para intoxicaciones por inhalación.	Lavar con agua y dar tratamiento de quemadura térmica.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación y llevarlo con personal especializado.
Hidróxidos Alcalinos.	Suministrar ácido acético de 2% a 5%, continuado con un emoliente.	Ventilar e inhalar vapores de ácido acético.	Lavar con ácido acético 2% o cloruro de amonio al 5%.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación y llevarlo con personal especializado.

GUÍA RÁPIDA PARA TRATAR ACCIDENTES EN EL LABORATORIO

(Continuación) ²³

Sustancia	Ingestión	Inhalación	Quemaduras	Ojos
Mercurio (compuestos de)	Ingerir bastante agua e inducir al vomito.	Seguir las indicaciones para intoxicados por inhalación.	Lavar con agua la zona afectada para diluir la acción de la sustancia.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación y llevarlo con personal especializado No aplicar ungüentos.
Nitratos	Inducir al vomito y dar un emoliente	Retirar a la persona del sitio contaminado y dar tratamiento de shock.	Lavar con agua y jabón y dar tratamiento de quemadura térmica.	Lavar.
Permanganatos	Administrar 5 mL de peróxido de hidrógeno en un vaso de agua.	Seguir las recomendaciones para intoxicaciones por inhalación.	Lavarse con ácido acético 2% o cloruro de amonio al 5%	Lavar con agua hasta que el pH del ojo vuelva a su normalidad. No aplicar ungüentos.
Plata (compuestos de)	Dar cloruro de sodio en agua como emético.	Retirar a la persona del área contaminada y dar tratamiento de shock	Lavar con agua para diluir la acción de la sustancia.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación y llevarlo con personal especializado

GUÍA RÁPIDA PARA TRATAR ACCIDENTES EN EL LABORATORIO

(Continuación) ²³

Sustancia	Ingestión	Inhalación	Quemaduras	Ojos
Plomo (compuestos de)	Administrar un emético, y posteriormente un emoliente.	Ventilar a la persona y dar tratamiento de shock.	Lavar con agua y jabón. Tratar como quemadura térmica.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación y llevarlo con personal especializado No poner ungüentos.
Sulfatos	Administrar un emético y posteriormente un emoliente.	Retirar a la persona del sitio contaminado y dar tratamiento de shock.	Lavar con agua y jabón y dar un tratamiento de quemadura térmica.	No frotarse los ojos y llevarlo con personal especializado para lavarlos.
Zinc (compuesto de)	Suministrar 0.3g de ferrocianuro de potasio en agua seguido de un estimulante.	Ventilar a la persona y seguir las indicaciones para este tipo de intoxicaciones.	Lavar con agua para diluir la acción de la sustancia.	Lavar con agua hasta que el afectado no sienta irritación y llevarlo con personal especializado

ANEXO N° 8
CÓDIGOS DE SEGURIDAD ⁶



A: Clasificaciones Numéricas de los peligros para una Evaluación Rápida del peligro Respectivo.

B: Equipo Protector para Laboratorio.

C: Código de Color de Almacenamiento.

ANEXO N° 9

ETIQUETA QUÍMICA ⁶

Barra codificada por color

Zona de Seguridad

HNO₃ APPROX. 70%
Nitric Acid
(HNO₃ Approx. 70%)

Mallinckrodt
AR SELECT®

(2.54 qt)
Safe-Tainer®
6523
2.5 L -48

LabGuard®
READ MSDS BEFORE
HANDLING THIS PRODUCT

DANGER! Poison

DANGER! POISON! STRONG OXIDIZER. CONTACT WITH OTHER MATERIAL MAY CAUSE FIRE. CORROSIVE. LIQUID AND MIST CAUSE SEVERE BURNS TO ALL BODY TISSUE. MAY BE FATAL IF SWALLOWED OR INHALED. INHALATION MAY CAUSE LUNG AND TOOTH DAMAGE. KEEP OUT OF REACH OF CHILDREN. READ CAREFULLY OTHER CAUTIONS.

Hazard
Health Hazard - Severe
Flammability - None
Reactivity - Severe
Contact Hazard - Extreme
Do not get in eyes, on skin, or on clothing. Keep from contact with combustible materials. Wash thoroughly after handling. Remove and wash contaminated clothing promptly.

Protection
Protective Eyewear - Yes
Hand Protection - Yes
Safety Clothing - Yes
Laboratory Hood - Yes
Do not breathe vapor or mist. Use only with adequate ventilation.

First Aid
In case of contact: Immediately flush eyes or skin with plenty of water for at least 15 minutes while removing contaminated clothing and shoes. Wash clothing before reuse.
If swallowed: DO NOT INDUCE VOMITING. Give large quantities of water. Never give anything by mouth to an unconscious person. Get medical attention immediately.
If inhaled: Remove to fresh air. If not breathing, give artificial respiration. If breathing is difficult, give oxygen.
In all cases get medical attention immediately.

Handling
Storage: Store in a tightly closed container. Do not store near combustibles.
NOT FOR FOOD OR DRUG USE

Maximum Limits of Impurities LOT 6523 KXXX Date received:

Meets ACS Specifications		Date received:	
Al.....0.05 ppm	Au.....0.01 ppm	Sa.....0.05 ppm	
As and Sb (as As).....0.005 ppm	Li.....0.05 ppm	Tl.....0.05 ppm	
Ba.....0.01 ppm	Mg.....0.01 ppm	V.....0.01 ppm	
Be.....0.01 ppm	Mn.....0.005 ppm	Zn.....0.01 ppm	
Bi.....0.01 ppm	Mo.....0.01 ppm	Zr.....0.01 ppm	
B.....0.01 ppm	Hg.....0.001 ppm	*May change over time due to extraction from the glass container.	
Cd.....0.005 ppm	Pb.....0.001 ppm	Mallinckrodt Baker, Inc.	
*Ca.....0.2 ppm	Pb.....0.005 ppm	Paris, Kentucky 40361	
Cr.....0.05 ppm	Ni.....0.05 ppm	MALLINCKRODT	
Co.....0.005 ppm	*Si.....0.05 ppm		
Cu.....0.005 ppm	Ag.....0.05 ppm		
Fe.....0.04 ppm	*N.....0.5 ppm		
Ge.....0.02 ppm	Sn.....0.01 ppm		
Ga.....0.1 ppm	CS 7697-37-2		

EPAH640C
Corrosive

A/2 Printed in U.S.A. 031097M

Zona de Marca

Código de Almacenamiento

Zona de lote

ANEXO N° 10

TABLA PERIÓDICA DE LOS ELEMENTOS 19

1 1a		2 IIa		3 102.91 4 1966 5 3727 6 1.5										13 IIIa										14 IVa										15 Va										16 VIa										17 VIIa										18 0																			
1 H 1.0079 -252.87 2.2 -1, 1 1s ¹		3 Li 6.941 1347 1.0		4 Be 9.0122 1278 2970 1.5		1 Rh 102.91 1966 3727 1.5 1, 2, 3, 4 Kr 4d ⁸ 5s ¹										5 B 10.811 2079 2550 2.0										6 C 12.011 3367 4827 2.5										7 N 14.007 -209.86 -195.8 3.1										8 O 15.999 -218.4 -192.96 3.5										9 F 18.998 -219.62 -181.14 4.1										10 Ne 20.18 -248.67 -246.05 1s ²																	
11 Na 22.990 97.81 1.0		12 Mg 24.305 648.8 1090 1.2		2 Rh 102.91 1966 3727 1.5 1, 2, 3, 4 Kr 4d ⁸ 5s ¹										13 Al 26.982 660.37 2467 1.5										14 Si 28.086 1410 2467 1.7										15 P 30.974 44.1 2855 2.1										16 S 32.066 112.8 444.67 2.4										17 Cl 35.453 -100.98 -34.6 2.8										18 Ar 39.948 -189.2 -185.7 3s ² 3p ⁶																			
19 K 39.098 63.65 774 0.9		20 Ca 40.078 839 1484 1.0		3 Rh 102.91 1966 3727 1.5 1, 2, 3, 4 Kr 4d ⁸ 5s ¹										13 Ga 69.723 2374 2403 1.8										14 Ge 72.61 937.4 2830 2.0										15 As 74.922 877 613 2.2										16 Se 78.96 217 684.9 2.5										17 Br 79.904 7.2 58.78 2.7										18 Kr 83.80 -156.6 -152.3 3s ² 3p ⁶ 4s ²																			
37 Rb 85.468 38.89 688 0.9		38 Sr 87.62 769 1.0		4 Rh 102.91 1966 3727 1.5 1, 2, 3, 4 Kr 4d ⁸ 5s ¹										13 In 114.82 232.0 2080 1.5										14 Sn 118.71 630.7 1750 1.7										15 Sb 121.76 449.5 1750 2.0										16 Te 127.60 449.5 990 2.2										17 I 126.90 184.4 1071 2.2										18 Xe 131.29 -111.9 -107.1 3s ² 3p ⁶ 4s ² 4p ⁶																			
55 Cs 132.91 28.40 678.4 0.9		56 Ba 137.33 700 1.0		5 Rh 102.91 1966 3727 1.5 1, 2, 3, 4 Kr 4d ⁸ 5s ¹										13 Tl 204.38 303.5 1457 1.4										14 Pb 207.2 327.5 1740 1.6										15 Bi 208.98 271.3 1560 1.7										16 Po 209 271.3 962 2.0										17 At 209.99 302 337 2.0										18 Rn 222.02 -71 -61.8 3s ² 3p ⁶ 4s ² 4p ⁶ 4d ¹⁰ 5s ² 5p ⁶																			
87 Fr 223.02 27 677 0.9		88 Ra 226.03 700 1.0		6 Rh 102.91 1966 3727 1.5 1, 2, 3, 4 Kr 4d ⁸ 5s ¹										13 Ac 227.03 1050 3200 1.0										14 Db 261.11										15 Jl 262.11										16 Rf 263.12										17 Bh 263.12										18 Hn 263.12										19 Mt 263.12									

Lanthaniden Lanthanides Lantánidos	58	140.12	59	140.91	60	144.24	61	144.92	62	150.36	63	151.96	64	157.25	65	158.93	66	162.50	67	164.93	68	167.26	69	168.93	70	173.04	71	174.97
	Ce	799 3426 1.1	Pr	931 3512 1.1	Nd	1021 3068 1.1	Pm	1013 2460 1.1	Sm	1077 1791 1.1	Eu	1597 10.0	Gd	1522 3266 1.1	Tb	1589 3123 1.1	Dy	162.50 2542 1.1	Ho	164.93 2695 1.1	Er	167.26 2900 1.1	Tm	168.93 1947 1.1	Yb	173.04 1994 1.1	Lu	174.97 3395 1.1
Actiniden Actinides Actínidos	90	232.04	91	231.04	92	238.03	93	237.05	94	244.06	95	243.06	96	247.07	97	247.07	98	251.08	99	252.08	100	257.10	101	258.10	102	259.10	103	262.11
	Th	4790 1.1	Pa	11	U	3818 1.2	Np	641 3902 1.2	Pu	244.06 3232 1.2	Am	2607 -1.2	Cm	247.07 -1.2	Bk	247.07 -1.2	Cf	251.08 -1.2	Es	252.08 -1.2	Fm	257.10 -1.2	Md	258.10 1.2	No	259.10 1.2	Lr	262.11 1.2

W 280 002
021 197

Merck KGaA, 64271 Darmstadt, Germany