

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

Ciencia Básica II

(Manual para Q, IQ, QI, IA)

Autores:

Antonio García Osornio
Juan Chiu Chan
Bertha Ortiz Vázquez
Ana Myriam Rivas Salgado
Leticia Badillo Solís
Patricia Becerra Arteaga
Olimpia Roxana Ponce Crippa
Araceli Gaspar Medina
Margarita Ordóñez Andrade
Georgina Franco Martínez



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS

Ciencia Básica II

(Manual para Q, IQ, QI, IA)

| | |
|-------------------------------|---|
| (211) Química | (1226) Laboratorio de Ciencia Básica II |
| (118) Ingeniería Química | (1222) Laboratorio de Ciencia Básica II |
| (214) Química Industrial | (1213) Laboratorio de Ciencia Básica II |
| (205) Ingeniería en Alimentos | (1232) Laboratorio de Ciencia Básica II |

Autores

Antonio García Osornio

Juan Chiu Chan

Con la participación de:

Bertha Ortiz Vázquez

Ana Myriam Rivas Salgado

Leticia Badillo Solís

Patricia Becerra Arteaga

Olimpia Roxana Ponce Crippa

Araceli Gaspar Medina

Margarita Ordóñez Andrade

Georgina Franco Martínez

Cuautitlán Izcalli, Estado de México, marzo de 2012

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| Presentación | 7 |
| Introducción | 9 |
| Propósitos del laboratorio | 13 |
| Objetivos de la asignatura | 15 |
| Contenidos experimentales | 17 |
| Proyecto 1. Equilibrio químico | |
| Problema 1. Estudio experimental del desplazamiento del equilibrio químico de un sistema de metátesis | 19 |
| Problema 2. Estudio experimental del desplazamiento del equilibrio químico de un sistema de redox | 21 |
| Problema 3. Estudio experimental del desplazamiento del equilibrio químico de disolución de un electrolito poco soluble | 22 |
| Proyecto 2. Equilibrio ácido-base | |
| Problema 4. Estudio experimental del intervalo de vire de indicadores ácido base en la escala de pH | 25 |
| Problema 5. Determinación de la concentración de disoluciones ácidas o básicas a partir de reactivos valorantes estandarizados | 26 |
| Problema 6. Determinación experimental de la acidez total en productos comerciales o naturales | 28 |
| Proyecto 3. Cinética química | |
| Problema 7. Estudio experimental del cambio de la concentración de una sustancia y el tiempo de reacción | 29 |
| Bibliografía | 31 |
| Anexo 1. Contenidos teóricos | 33 |
| Anexo 2. Criterios de evaluación | 37 |
| Anexo 3. Reglamento de laboratorio | 39 |

| | |
|--|----|
| Anexo 4. Reglas de seguridad en el laboratorio | 41 |
| Anexo 5. Características y contenido del diseño experimental | 44 |
| Anexo 6. Características y contenido del informe experimental | 46 |
| Anexo 7. Diagrama ecológico general | 48 |
| Anexo 8. Hojas de seguridad | 49 |
| Anexo 9. Constantes del producto de solubilidad de electrolitos poco solubles (k_{ps}) | 71 |
| Anexo 10. Constante del producto iónico del agua en función de la temperatura | 78 |
| Anexo 11. Constantes de ionización de indicadores ácido-base | 79 |
| Anexo 12. Constantes de ionización de ácidos débiles (k_a) | 80 |
| Anexo 13. Constantes de ionización equilibrio de bases débiles | 82 |
| Anexo 14. Listado de reactivos analíticos | 83 |
| Anexo 15. Guía didáctica | 85 |

Presentación

El desarrollo de habilidades para el manejo de experiencias de aprendizaje en el laboratorio es una propuesta de corte constructivista, basada en objetivos característicos: cognitivos o declarativos, procedimentales y actitudinales.

Para el cumplimiento de los objetivos procedimentales, propios del desarrollo de actitudes psicomotrices y con el propósito de promover el trabajo en equipo y la colaboración de los participantes, se propone la formación de equipos de trabajo, en los cuales se pueden desempeñar cualquiera de los siguientes roles: coordinación de actividades, registro de actividades y observaciones, control tiempos y orden, y ejecución de acciones.

El trabajo de laboratorio está organizado con siete experiencias, las cuales pueden desarrollarse con el esquema de trabajo mencionado anteriormente.

El manual presenta los proyectos que deberán realizarse metodológicamente con el apoyo del docente, quien guiará al alumno, hacia la adquisición de los aprendizajes propios de la actividad científica. El primer proyecto presenta las fases a desarrollar, mismas que, con la guía del docente, orientarán al alumno hacia el trabajo de investigación bibliográfica y de laboratorio, con el propósito de obtener las evidencias empíricas de los fenómenos estudiados.

El hecho de trabajar con equipos de cuatro personas implica el reforzamiento de actitudes, habilidades y valores propios de los alumnos; además, supone a un consumo racional de los reactivos en los experimentos, motivo por el cual sólo se proporcionan los sugeridos dejando al docente y a los alumnos la actividad de seleccionar las cantidades y concentraciones de los reactivos y las capacidades de los materiales.

Lo anterior se complementa con información de soporte en los anexos correspondientes. Se proporcionan tres ejemplos de hojas de seguridad para conocer el contenido e importancia de éstas en la planeación de actividades experimentales. También se incluye una guía de apoyo didáctico para el desarrollo de las actividades experimentales.

Introducción

Desde su inicio, la humanidad se ha sentido atraída por la naturaleza que la rodea, y ante la diversidad que observa en el comportamiento de la misma, surge la necesidad de conocer los principios que rigen su comportamiento, para utilizarlos en el desarrollo y progreso de su ámbito social y cultural.

La repercusión de los fenómenos naturales en el ámbito social es evidente, debido a los cambios que se generan en forma colectiva e individual. Por ello, la sociedad moderna es el resultado de una búsqueda constante de hechos y explicaciones científicas que fundamenten y mejoren su existencia. Las ciencias naturales son el área de conocimientos que proporcionan estos hechos y explicaciones científicas.

Las ciencias básicas, inmersas en el campo de las ciencias naturales, tienen como finalidad explicar los fenómenos naturales y sus repercusiones científicas, tecnológicas, socioeconómicas y ecológicas, a través del conocimiento y el análisis crítico de los fenómenos y, además, deben jugar un papel importante para mejorar la calidad de vida de la sociedad.

Formalmente, la interacción de las ciencias básicas se da desde los primeros años de estudio y se relaciona con varias áreas de conocimiento. Para puntualizar el carácter de las ciencias básicas, es pertinente establecer precisiones respecto de las acepciones de términos como los conceptos de ciencia, ciencia básica, tecnología y ciencias básicas, en el contexto académico.

La ciencia es la fuerza que en el breve lapso de tres siglos transformó al mundo medieval en moderno y que ahora nos proyecta, cada vez con mayor velocidad, a un futuro todavía más complejo y vertiginoso. Para tener una idea clara de la ciencia, de sus métodos, sus alcances y sus límites, a través de una definición acorde a la evolución de la misma. Ruy Pérez Tamayo (1989) aporta una definición de ciencia como: "*actividad humana creativa cuyo objetivo es la comprensión de la naturaleza y cuyo producto es el conocimiento, obtenido por medio de un método científico organizado en forma deductiva y que aspira a alcanzar el mayor consenso posible*". Así, la ciencia se convierte en un cuerpo de ideas, que puede caracterizarse como conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y, por consiguiente, falible.

Por otro lado, las proposiciones de la ciencia básica son de validez general y esa es su principal característica; son conceptos que, en cierto modo, pertenecen al conocimiento mundial y están ampliamente disponibles; lo que hace que la ciencia básica sea una gran construcción conceptual que puede expresarse por medio de correlaciones generales.

La tecnología puede definirse como la aplicación sistemática del conocimiento científico en las actividades productivas. En otras palabras, es el conjunto de conocimientos utilizados en la producción y comercialización de bienes y servicios, que se materializan en máquinas, equipos, información sobre procesos, procedimientos y productos.

Es importante aclarar la diferencia entre ciencia básica y las ciencias básicas; la primera en el contexto de la investigación pura y la segunda como un conjunto disciplinar de áreas de conocimiento de carácter formativo que opera en los niveles escolarizados.

El conjunto de las áreas del conocimiento comprendido por: matemáticas, física, química y biología, denominadas ciencias básicas, ha tenido períodos de luces y sombras en el desarrollo intelectual e histórico de la raza humana, contribuyendo al desarrollo cualitativo y avances significativos. Estos avances han coincidido normalmente con un adecuado aporte económico-social, pero también con períodos de crisis, en los que se ha puesto a prueba la capacidad de sobreponerse a imprevistos, catástrofes e incluso a replantearse sus propias estructuras de conocimiento.

En el sistema escolarizado y para los propósitos de este trabajo, se entenderá como ciencias básicas a las áreas de conocimiento comprendidas por: *matemáticas, física, química y biología*.

Los sistemas escolarizados deben ofrecer cursos disciplinares de matemáticas, física, química y biología, con una adecuada integración, para que el alumno vincule los contenidos teóricos con los prácticos y, más aún, con la realidad cotidiana de su entorno.

En este proceso de vinculación, subyacen aspectos del campo de la investigación educativa, en donde se debe asumir que los años universitarios son la continuación

de un proceso de formación, y que parte de los problemas detectados podrían ser superados en la universidad, entre ellos, el proceso enseñanza-aprendizaje.

Actualmente, las tendencias de la enseñanza, están apelando a una práctica docente en donde se propicie la comprensión de los estudiantes y en cómo aplican sus conocimientos (Hernández, 2003), propiciando que el alumno sea artífice y parte de su propio aprendizaje. Para esto, el profesor debe proponer trabajos que fomenten y provoquen la imaginación, el recuerdo de conocimientos adquiridos y su aplicabilidad, a través de propuestas educativas en las que se vuelve a descubrir el sentido y el compromiso que tiene la universidad con la formación completa y continuada de los sujetos.

La consigna de “aprender a aprender” implica desarrollar las estrategias de aprendizaje que permitan provocar cambios en la estructura mental, a partir de las nuevas experiencias que la persona construye y que modifican sus aprendizajes de base (Soto, 2005). Por ello, a partir de un currículum, con énfasis en el aprender a aprender, se pueden: reforzar los contenidos de las ciencias; generar una instancia de aprendizaje a través de la investigación, por medio de la integración de contenidos en las disciplinas de las ciencias y motivar la investigación aplicada como medio de aprendizaje.

El estudio y el desarrollo de experiencias de aprendizaje en las ciencias experimentales debe propender a que el alumno sea capaz de: realizar los experimentos; analizar los hechos y sintetizarlos en modelos, gráficas o esquemas; y deducir las leyes y consecuencias propias de los experimentos, a través de la elaboración del diseño y el informe experimental.

Es indispensable que el alumno aprenda a interpretar los hechos; a utilizar los instrumentos de medición e incluso a construirlos, ajustarlos y tomar las precauciones necesarias para su manejo; a conocer los límites de precisión y a analizar sus consecuencias a lo largo de un proceso. El papel de registrador también es importante: hay que saber captar y anotar las variaciones de un valor, coleccionar medidas, registrar adecuadamente valores de variables independientes y de las correspondientes variables dependientes; controlar e identificar variables que deban permanecer constantes; elaborar gráficas y traducir los datos en

ellas; elaborar modelos matemáticos, entre otras actividades que son de mucho provecho y que favorecen un desarrollo metodológico adecuado para el desarrollo y la integración de contenidos teórico experimentales.

Propósitos del laboratorio

- a) Constituirse como un espacio académico en donde se propicie la formación de los estudiantes, a través del desarrollo de experiencias de aprendizaje, en el campo de las ciencias experimentales.
- b) Ser un lugar y ambiente adecuados para estimular el desarrollo de las potencialidades de los alumnos.
- c) Que el alumno aprenda los aspectos fundamentales de la metodología científico-experimental con el desarrollo de experiencias de aprendizaje, así como algunas aplicaciones del método científico.
- d) Fomentar la solidaridad y ayuda mutua en el trabajo tanto entre los mismos alumnos, así como entre ellos y el profesor.
- e) Elaborar y proporcionar material didáctico que propicie el trabajo independiente por parte del alumno.
- f) Investigar, desarrollar y promover procedimientos adecuados para integrar el trabajo del estudiante a la práctica científica.

Objetivos de la asignatura

General

Que el alumno aprenda a resolver problemas en el campo de las ciencias experimentales, empleando la metodología científico experimental.

Particulares

- a) Aplicar los principales elementos del método científico para elaborar diseños experimentales y resolver los problemas planteados en algunas experiencias de aprendizaje.
- b) Identificar un problema científico a partir de sus características.
- c) Determinar, a partir de la observación científica, las propiedades y variables para estudiar los fenómenos y resolver los problemas planteados.
- d) Elaborar hipótesis, con base en las variables involucradas en los fenómenos de estudio.
- e) Contrastar y estimar experimentalmente las hipótesis propuestas a través de la medición, captura y análisis de datos de los fenómenos estudiados.
- f) Investigar y aplicar algunas técnicas de laboratorio necesarias y adquirir las destrezas que requiere cada experimento.
- g) Aplicar el concepto de modelo teórico, según las propuestas de diversos autores, para explicar algunos fenómenos no directamente observables.
- h) Elaborar conclusiones sobre los diversos fenómenos estudiados, con base en la estimación de la hipótesis y los análisis lógico, matemático y estadístico.
- i) Adquirir los conceptos fundamentales que se establezcan para cada uno de los experimentos del manual.
- j) Introducir al alumno en el manejo de algunos métodos modernos de investigación bibliográfica.

Contenidos experimentales

Como contenidos experimentales para la asignatura, se contempla el desarrollo de experiencias de aprendizaje, en las cuales se trabaja con: fenómenos no directamente observables, en los campos de estudio de Química Analítica y Fisicoquímica, con la siguiente programación.

| CAMPO DE ESTUDIO | EXPERIMENTO |
|-------------------|---|
| FISICOQUÍMICA | <p>PROBLEMA 1: ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL DESPLAZAMIENTO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO DE UN SISTEMA DE METÁTESIS</p> <p>PROBLEMA 2. ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL DESPLAZAMIENTO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO DE UN SISTEMA DE REDOX</p> <p>PROBLEMA 3: ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL DESPLAZAMIENTO DEL EQUILIBRIO QUÍMICO DE DISOLUCIÓN DE UN ELECTROLITO POCO SOLUBLE</p> <p>PROBLEMA 4: ESTUDIO EXPERIMENTAL DEL INTERVALO DE VIRE DE INDICADORES ÁCIDO BASE EN LA ESCALA DE PH</p> |
| QUÍMICA ANALÍTICA | <p>PROBLEMA 5: VALORACIÓN DE DISOLUCIONES ÁCIDAS O BÁSICAS, A PARTIR DE DISOLUCIONES VALORANTES ESTANDARIZADAS</p> <p>PROBLEMA 6: DETERMINACIÓN EXPERIMENTAL DE LA ACIDEZ O BASICIDAD TOTAL DE PRODUCTOS COMERCIALES Y/O NATURALES, A PARTIR DE DISOLUCIONES VALORANTES ESTANDARIZADAS</p> |
| FISICOQUÍMICA | <p>PROBLEMA 7: ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA RELACIÓN CUANTITATIVA ENTRE LA CONCENTRACIÓN DE UNA SUSTANCIA Y EL TIEMPO DE REACCIÓN</p> |

Campo de estudio: Fisicoquímica. Equilibrio químico

Proyecto 1. Equilibrio químico

Problema 1. Estudio experimental del desplazamiento del equilibrio químico de un sistema de metátesis

Objetivo general

Estudiar experimentalmente el desplazamiento del equilibrio químico de un sistema de metátesis en medio acuoso y algunos factores que lo modifican.

Objetivos particulares

- a) Preparar disoluciones molares con base en las propiedades de los reactivos.
- b) Escribir y balancear la ecuación química del sistema.
- c) Describir las propiedades fisicoquímicas de los componentes del sistema.
- d) Describir el sistema química y fisicoquímicamente.
- e) Establecer la ley de acción de masas para el sistema.
- f) Estudiar el desplazamiento del equilibrio químico en función de la concentración.
- g) Estudiar el desplazamiento del equilibrio químico en función de la temperatura.
- h) Analizar el desplazamiento del equilibrio químico del sistema, con base en la estequiometría, la ley de acción de masas y el principio de Le Châtelier.

| MATERIAL Y REACTIVOS SUGERIDOS | | |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------------|
| Balanza analítica | Termómetro | Cloruro férrico |
| Matraces volumétricos | Mechero Bunsen | Cloruro de amonio |
| Vidrio de reloj | Tripié | Sulfato férrico |
| Vaso de precipitados | Tela de asbesto | Tiocianato de potasio |
| Probeta graduada | Pinzas para crisol | Nitrato férrico |
| Agitadores de vidrio | Pinzas para tubo de ensayo | |
| Vasos de precipitados | Baño María | |
| Pipetas graduadas | Propipeta | |
| Piseta | | |

Fases a desarrollar

1. El problema

- a) Establecer las precisiones que se presentan en el problema para abordar una resolución metodológica.
- b) Establecer un cuadro de preguntas generadoras y elaborar un organizador previo.
- c) Elaborar un mapa conceptual o cuadro sinóptico de los conceptos relacionados.

2. Investigación bibliográfica

- a) Elaborar metodológicamente la investigación bibliográfica.
- b) Elaborar instrumentos de recolección de información bibliográfica: fichas bibliográficas, de trabajo, resumen, bibliografía y referencias.
- c) Elaborar un resumen para generar el marco teórico del problema y la introducción.

3. Diseño experimental

- a) Elaborar metodológicamente el diseño experimental.
- b) Desarrollar un experimento piloto.

- c) Afinar el diseño experimental, con base en las observaciones hechas en el experimento piloto.
- d) Indicar qué tipos de análisis se harán con los datos experimentales.
- e) Elaborar y entregar el diseño experimental (documento).

4. Desarrollo experimental

- a) Desarrollar el trabajo experimental para contrastar la hipótesis, con base en las observaciones realizadas en el piloto.

5. Resultados

- a) Capturar los datos experimentales en cuadros, tablas, entre otros.
- b) Elaborar datos experimentales con base en los análisis sugeridos en el diseño experimental.
- c) Elaborar y entregar el informe de trabajo (documento).

Problema 2. Estudio experimental del desplazamiento del equilibrio químico de un sistema de redox

Objetivo general

Estudiar experimentalmente el desplazamiento del equilibrio químico de un sistema redox en medio acuoso y algunos factores que lo modifican.

Objetivos particulares

- a) Preparar disoluciones molares, con base en las propiedades de los reactivos.
- b) Escribir y balancear la ecuación química del sistema.
- c) Describir las propiedades fisicoquímicas de los componentes del sistema.

- d) Describir el sistema química y físicoquímicamente.
- e) Establecer la ley de acción de masas para el sistema.
- f) Estudiar el desplazamiento del equilibrio químico en función de la concentración.
- g) Estudiar el desplazamiento del equilibrio químico en función de la temperatura.
- h) Calcular la constante de equilibrio del sistema con base en los potenciales normales redox (E°).
- i) Analizar el desplazamiento del equilibrio químico del sistema, con base en la estequiometría, la constante de equilibrio y el principio de Le Châtelier.

| MATERIAL Y REACTIVOS SUGERIDOS | | |
|--------------------------------|--------------------|------------------|
| Balanza analítica | Termómetro | Nitrato de plata |
| Matraces volumétricos | Mechero Bunsen | Sulfato ferroso |
| Vidrio de reloj | Tripié | Sulfato férrico |
| Vaso de precipitados | Tela de asbesto | Nitrato férrico |
| Probeta graduada | Pinzas para crisol | |
| Agitadores de vidrio | Piseta | |
| Propipeta | Baño María | |
| Pinzas para tubo de ensayo | Pipetas graduadas | |

Problema 3. Estudio experimental del desplazamiento del equilibrio químico de disolución de un electrolito poco soluble

Objetivo general

Estudiar experimentalmente el desplazamiento del equilibrio químico de disolución de un electrolito poco soluble y algunos factores que lo modifican.

Objetivos particulares

- a) Preparar disoluciones molares con base en las propiedades de los reactivos.
- b) Escribir y balancear la ecuación química del sistema.
- c) Describir las propiedades fisicoquímicas de los componentes del sistema.
- d) Describir el sistema química y fisicoquímicamente.
- e) Establecer la ley de acción de masas para el sistema y determinar la solubilidad molar para electrolitos poco solubles.
- f) Estudiar experimentalmente el desplazamiento del equilibrio químico del electrolito poco soluble, en función de la cantidad de disolvente.
- g) Estudiar experimentalmente el desplazamiento del equilibrio químico del electrolito poco soluble, en función de la cantidad de disolvente y la temperatura.
- h) Estudiar experimentalmente el desplazamiento del equilibrio químico del electrolito poco soluble, en función del ion salino o diverso.
- i) Estudiar experimentalmente el desplazamiento del equilibrio químico del electrolito poco soluble en función del ion común.
- j) Analizar el desplazamiento del equilibrio químico, con base en la estequiometría, la constante de equilibrio y el principio de Le Châtelier.

| MATERIAL Y REACTIVOS SUGERIDOS | | |
|--------------------------------|----------------------------|---------------------|
| Balanza granataria | Termómetro | Propipeta |
| Piseta | Mechero Bunsen | Cloruro de plomo |
| Vidrio de reloj | Tripié | Nitrato de plomo |
| Vaso de precipitados | Tela de asbesto | Sulfato de calcio |
| Probeta graduada | Pinzas para crisol | Carbonato de calcio |
| Agitadores de vidrio | Pinzas para tubo de ensayo | |
| Vasos de precipitados | Baño María | |

Campo de estudio: Química analítica. Equilibrio ácido-base

Proyecto 2. Equilibrio ácido-base

Problema 4. Estudio experimental del intervalo de vire de indicadores ácido-base en la escala de pH

Objetivo general

Determinar experimentalmente el intervalo de vire de indicadores ácido-base en la escala de pH con disoluciones de naturaleza ácido-base fuerte

Objetivos particulares

- a) Conocer las diferentes teorías ácido-base, y sus características generales.
- b) Establecer el comportamiento de las sustancias de naturaleza ácido-base, a partir de la teoría electrolítica de Arrhenius.
- c) Establecer la clasificación de comportamiento ácido-base de los electrolitos, en función de su ionización y los factores que lo caracterizan.
- d) Establecer el concepto de pH.
- e) Establecer teóricamente la escala de pH, sus zonas de predominio y las ecuaciones químicas que caracterizan cada zona, tomando en cuenta el equilibrio de ionización del agua.
- f) Preparar disoluciones concentradas (stock) de ácidos y bases fuertes, a partir de reactivos analíticos, tomando en cuenta sus propiedades características.

- g) Preparar disoluciones de ácidos y bases fuertes de menor concentración, a partir de disoluciones concentradas (stock) por el método de diluciones sucesivas, para establecer la escala de pH.
- h) Preparar disoluciones de indicadores ácido-base de naturaleza ácida.
- i) Determinar experimentalmente el intervalo de vire de algunos indicadores ácido -base de naturaleza ácida en la escala de pH.
- j) Establecer teóricamente el intervalo de vire de los indicadores ácido-base de naturaleza ácida, con base en la teoría general de indicadores.
- k) Discutir la diferencia de los valores teóricos y experimentales del intervalo de vire de los indicadores estudiados.
- l) Explicar la importancia del estudio del equilibrio de los indicadores ácido-base.

| MATERIAL Y REACTIVOS SUGERIDOS | |
|--------------------------------|------------------------|
| Vasos de precipitados | Balanza granataria |
| Gradilla | Pipetas graduadas |
| Agitadores de vidrio | Pipetas volumétricas |
| Piseta | Propipeta |
| Matraces volumétricos | Indicadores ácido-base |
| Vidrio de reloj | Hidróxido de sodio |
| Espátula | Ácido clorhídrico |

Problema 5. Determinación de la concentración de disoluciones ácidas o básicas, a partir de reactivos valorantes estandarizados

Objetivo general

Valorar disoluciones de reactivos analíticos ácidos o básicos de concentración desconocida (fuertes y débiles) para establecer su comportamiento experimental.

Objetivos particulares

- a) Llevar a peso constante un pesa filtros.
- b) Llevar a peso constante un reactivo patrón primario.
- c) Preparar una disolución patrón primario ácido base.
- d) Estandarizar una disolución reactivo valorante con la disolución patrón primario.
- e) Valorar la disolución ácida o básica de concentración desconocida con la disolución valorante estandarizada.
- f) Reportar los resultados, con base en los análisis gravimétricos y estequiométricos correspondientes.

| MATERIAL Y REACTIVOS SUGERIDOS | |
|--------------------------------|---------------------------|
| Agitadores de vidrio | Estufa |
| Vasos de precipitados | Pipetas volumétricas |
| Piseta | Desecador |
| Propipeta | Pesafiltros |
| Espátula | Pinzas dobles para bureta |
| Bureta | Barra magnética |
| Soporte universal | Agitador magnético |
| Matraces Erlenmeyer | Hidróxido de amonio |
| Parrilla de agitación | Indicadores ácido base |
| Tubos de ensayo | Ácido clorhídrico |
| Probetas | Hidróxido de sodio |
| Balanza analítica | Ácido acético |
| Termómetro | Ácido sulfúrico |
| Nuez | |

Problema 6. Determinación experimental de la acidez total en productos comerciales o naturales

Objetivo general

Aplicar una técnica analítica volumétrica para determinar el componente mayoritario ácido o base de un producto comercial o natural.

Objetivos particulares

- Preparar la muestra del producto comercial, dependiendo de sus características.
- Realizar la valoración correspondiente, empleando el reactivo valorante estandarizado.
- Realizar los cálculos estequiométricos correspondientes y expresar el resultado en las unidades pertinentes.

| MATERIAL Y REACTIVOS SUGERIDOS | | |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Agitadores de vidrio | Balanza analítica | Indicadores ácido-base |
| Vasos de precipitados | Estufa | Carbón activado |
| Vidrio de reloj | Desecador | Ácido sulfúrico |
| Propipeta | Agitador magnético | Hidróxido de amonio |
| Pesafiltros | Mechero Bunsen | Ácido clorhídrico |
| Bureta | Piseta | Ácido acético |
| Termómetro | Espátula | Hidróxido de sodio |
| Matraces Erlenmeyer | Tela de asbesto | |
| Pipetas volumétricas | Tripié | |
| Varilla de vidrio | Soporte universal | |
| Embudo | Pinzas dobles para bureta | |

Campo de estudio: Fisicoquímica. Cinética química

Proyecto 3. Cinética química

Problema 7. Estudio experimental del cambio de la concentración de una sustancia y el tiempo de reacción

Objetivo general

Aplicar una técnica analítica volumétrica para determinar la relación cuantitativa entre la concentración de un reactivo o producto y el tiempo de reacción, a temperatura constante.

Objetivos particulares

- a) Preparar una disolución patrón primario redox.
- b) Estandarizar una disolución de reactivo valorante redox con la disolución patrón primario.
- c) Establecer el equilibrio principal en el que se basa la determinación.
- d) Efectuar la reacción y determinar la concentración a diferentes intervalos.
- e) Realizar los análisis estequiométricos correspondientes y determinar el orden de reacción.

| MATERIAL Y REACTIVOS SUGERIDOS | | |
|--------------------------------|-------------------|-----------------------|
| Matraces volumétricos | Tubo en Z | Persulfato de potasio |
| Pipetas volumétricas | Mechero | Tiosulfato de sodio |
| Matraces Erlenmeyer | Termómetro | Yoduro de potasio |
| Soporte universal | Vidrio de reloj | Ácido sulfúrico |
| Agitadores de vidrio | Balanza analítica | Peróxido de sodio |
| Vasos de precipitados | Cronómetro | Yodato de potasio |
| Pinzas de tres dedos | Tripié | Almidón |
| Tela de asbesto | Sulfidrador | |
| Tapón horadado | Piseta | |
| Parrilla de agitación | Propipeta | |
| Barra magnética | Nuez | |
| Recipiente para baño de hielo | Espátula | |
| | Bureta | |

Bibliografía

BÁSICA

Avery, H. E. (1982). *Cinética química básica y mecanismos de reacción*. España: Reverté.

Ayres, G. H. (2001). *Análisis químico cuantitativo*. México: Oxford University Press.

Burriel, F. (2008). *Química analítica cuantitativa* (18.^a ed.) España: Paraninfo.

Fernández G., C. (2009). *Laboratorio de química: generalidades y aspectos básicos*. España: Universidad de Extremadura.

García V., Yolanda M. (1988). *Equilibrio químico aplicado a la química analítica*. México: Diana.

Hernández S., R. (2003). *Metodología de la investigación* (3.^a ed.). México: McGraw Hill.

Izquierdo, J. F. (2004). *Cinética de las reacciones químicas*. Barcelona: Universitat de Barcelona.

Laidler, K.J. (1997). *Fisicoquímica*. México: CECSA.

Ramette, G. W. (1989). *Equilibrio y Análisis Químico*. México: Editorial Fondo Educativo Interamericano.

Skoog, D. A., West, D. (2000). *Fundamentos de Química Analítica*. España: Reverté.

Walpole, Roland, E. (1999). *Probabilidad y estadística para ingenieros*. México: Prentice Hall Hispanoamericana.

COMPLEMENTARIA

Day, R. A. y Underwood, A. L. (1989). *Química analítica cuantitativa* (5.^a ed). México: Prentice Hall Hispanoamericana

Orozco D., F, (1985). *Análisis químico cuantitativo* (16.^a ed.). México: Porrúa

King, E. L. (1969). *Cómo ocurren las reacciones químicas, una introducción a la cinética química y a los mecanismos de reacción*. México: Reverté

Latham, J. L. y Burgess, A. E. (1980). *Elementos de cinética de reacciones*. México: El Manual Moderno

Dean, J. y Lange, A. (1989). *Manual de química* (13.^a ed.). México: Mc Graw Hill México

Anexo 1. Contenidos teóricos

Presentación de la asignatura

Unidad 1. Introducción a la asignatura

Objetivo

Presentar al alumno un panorama general de la asignatura, sus propósitos, objetivos, metodología de trabajo.

1.1 Generalidades de la Asignatura

- 1.1.1 Presentación del curso: ubicación de la asignatura en el contexto administrativo (organigrama) y académico (planes y programas de estudio).
- 1.1.2 Importancia académica de la asignatura: relación horizontal y vertical
- 1.1.3 Definición de la asignatura
- 1.1.4 Propósitos del laboratorio
- 1.1.5 Objetivos de la asignatura
- 1.1.6 El Programa de la asignatura
- 1.1.7 Metodología de trabajo
- 1.1.8 Elementos de evaluación del curso

Contenidos metodológicos

Unidad 2. Metodología de la investigación

Objetivo

Revisar los elementos básicos de la metodología de la investigación en el contexto de las ciencias experimentales.

2.1 La investigación bibliográfica

2.2 El diseño experimental

2.3 El informe de trabajo

Contenidos teóricos

Unidad 3. Equilibrio químico

Objetivo

Analizar el concepto de equilibrio químico de diversos sistemas, con base en las propiedades que los caracterizan, así como algunas de sus aplicaciones.

3.1 Concepto de equilibrio químico

3.2 Ley de acción de masas

3.3 Principio de Le Chatelier

3.4 Aplicaciones del equilibrio químico en diversos sistemas

3.4.1 Calcular la constante de equilibrio a partir de valores de concentración.

3.4.2 Calcular las concentraciones de reactivos a partir del valor de la constante de equilibrio

- 3.4.3 Calcular la constante de equilibrio a partir de potenciales redox
- 3.4.4 Calcular la solubilidad molar de electrolitos poco solubles a partir del valor de la constante del producto de solubilidad
- 3.4.5 Calcular el producto iónico para electrolitos poco solubles
- 3.4.6 Analizar cualitativamente la influencia de los efectos del ion salino y común en electrolitos poco solubles

Unidad 4. Equilibrio ácido-base

Objetivo

Analizar el equilibrio ácido base en sistemas acuosos y algunas de sus aplicaciones.

4.1 Teoría ácido-base

- 4.1.1 Teorías ácido-base
- 4.1.2 Fuerza de los ácidos y las bases, con base en la teoría de Arrhenius
- 4.1.3 La constante de equilibrio para ácidos y bases
- 4.1.4 Concepto de pH
- 4.1.5 La escala de pH. Las zonas de predominio, los equilibrios químicos y las ecuaciones para determinar el pH

4.2 Indicadores ácido-base

- 4.2.1 Concepto de indicadores ácido-base
- 4.2.2 Equilibrio químico de indicadores ácido-base
- 4.2.3 Determinación teórica del rango de vire de indicadores ácido-base

4.3 Curvas de valoración ácido-base

4.3.1 Elaborar curvas de valoración con base en los equilibrios químicos

4.3.2 Analizar los criterios teóricos para seleccionar un indicador ácido-base

Unidad 5. Cinética química

Objetivo

5.1 Concepto de cinética química y velocidad de reacción

5.2 Establecer el concepto de cinética química

5.3 Enunciar la ley de velocidad y orden de reacción a partir de la ecuación química

5.4 Analizar las variables que modifican la cinética química de una reacción


5.5 Analizar los modelos teóricos que explican la cinética de reacciones

5.6 Ley de velocidad y factores que afectan la velocidad de reacción

5.7 Teoría de las colisiones

5.8 Orden de reacción y constante de velocidad

Anexo 2. Criterios de evaluación

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN DEPARTAMENTO DE CIENCIAS QUÍMICAS SECCIÓN CIENCIA BÁSICA | |
| | CONFORMIDAD DE ALUMNOS | CODIGO: FPE-CQ-DEX-01-11A, FPE-CQ-DEX-02-11, FPE-CQ-DEX-03-11 No. de REVISIÓN: 0 |

| | | | |
|---------------------|------------------|----------|-------------|
| | | | |
| Carrera | Asignatura | Semestre | Grupo |
| | | | |
| Clave carrera | Clave asignatura | Horario | Laboratorio |
| | | | |
| Nombre del profesor | Firma | | |

Los alumnos abajo firmantes, manifestamos que con base en la información dada por el profesor asignado a este grupo en la presentación del curso, tenemos conocimiento del programa de la asignatura, la forma y criterios de evaluación, la calendarización de actividades, el reglamento interno de laboratorio, las actividades que prestan los laboratoristas, así como el procedimiento de préstamo de material y asignación de gavetas.

Nos comprometemos al buen uso y aseo de las instalaciones de este laboratorio. Estamos conscientes del riesgo de nuestra parte al trabajar dentro del laboratorio y al no seguir los reglamentos y normas establecidos, asumiendo la responsabilidad legal de nuestros actos, en caso del incumplimiento o negligencia de las indicaciones recibidas.

Los criterios y parámetros de evaluación se muestran a continuación:

| CRITERIOS DE EVALUACIÓN | |
|-------------------------|----------------|
| CRITERIO | PORCENTAJE (%) |
| DISEÑO EXPERIMENTAL | 25 |
| INFORME DE TRABAJO | 30 |
| TRABAJO DE LABORATORIO | 25 |
| TEORÍA (EXÁMENES) | 20 |

Anexo 3. Reglamento de laboratorio

1. Mantener la mesa de trabajo limpia de líquidos, desechos sólidos y materiales no necesarios y que impidan el trabajo experimental.
2. Mantener las tarjas libres de basura, en ellas sólo deberán desecharse aquellos residuos que no resulten altamente contaminantes. En las tarjas no se eliminarán solventes orgánicos o mezclas que puedan producir gases.
3. No tirar basura al piso del laboratorio.
4. Se tendrá acceso al laboratorio correspondiente sólo en su horario asignado.
5. No se aceptarán visitas al laboratorio.
6. Queda estrictamente prohibido fumar, ingerir alimentos, portar y escuchar radios con audífonos. Se deberán apagar radios, teléfonos celulares, localizadores y similares.
7. El alumno deberá pedir autorización a su asesor para ausentarse temporalmente del laboratorio.
8. Todos los usuarios de una gaveta deberán tener una copia de la llave del candado.
9. Sólo se prestará material de laboratorio al alumno con vale e identificación.
10. El vale contendrá los siguientes datos: nombre del material, cantidad, capacidad y observaciones.
11. El alumno debe asegurarse de que el material o equipo que solicite esté en buen estado, limpio y en condiciones de uso y deberá indicarlo en el vale, de lo contrario, se responsabiliza a reponerlo.
12. Al finalizar la sesión de laboratorio, el alumno deberá entregar el material limpio y seco. No se recibirá material o equipo deteriorado, rallado, despostillado, roto, sucio o descompuesto.

13. El alumno deberá entregar todo el material de laboratorio al terminar la sesión de trabajo. Queda prohibido guardarlo en su gaveta. Sólo podrá quedarse con material con el permiso del asesor, elaborando el vale correspondiente.
14. Si el alumno no entrega el material y/o equipo correspondiente, se considerará que rompió o perdió el material especificado en el vale y tendrá que reponerlo en los términos especificados en el punto 16.
15. Cuando un alumno rompa o deteriore material de laboratorio deberá reponerlo en su totalidad, dejando para tal efecto, su credencial y vale correspondiente con la firma del responsable de reponer el material.
16. Para cancelar el vale de adeudo el alumno deberá reponer el material, anexando la nota de compra de la casa comercial. El plazo de reposición no deberá exceder de 15 días naturales.
17. El equipo de laboratorio se usará solamente cuando se conozca su manejo y cuando así lo requiera el experimento.
18. Para trabajar en el laboratorio es indispensable el uso de una bata de material adecuado (preferentemente de algodón).
19. Los recipientes para contener disoluciones o reactivos analíticos deberán estar etiquetados con los datos siguientes: fórmula, nombre, concentración, fecha de preparación, grupo.
20. El alumno dispondrá de una gaveta para guardar el material que se le solicite. La gaveta se deberá limpiar y forrar con papel para evitar su corrosión. Al término del semestre, el alumno se obliga a dejar limpia la gaveta: sin forro y sin material alguno en su interior. Todo material que no se desee conservar deberá eliminarse de la manera adecuada. Los frascos y la basura deberán depositarse en los botes de basura que se encuentran fuera del laboratorio.
21. El alumno deberá comportarse correctamente en el laboratorio. No debe usar gorras, cachuchas, sombreros o similares. No jugar juegos de azar ni con balones. No correr en el laboratorio. No usar lentes para sol durante las clases.

Anexo 4. Reglas de seguridad en el laboratorio

1. Usar gafas de seguridad y bata de laboratorio.
2. En el laboratorio sólo se realizarán los experimentos autorizados.
3. Nunca se probará con la boca ningún producto químico.
4. Al oler un producto químico, se hará abanicando los vapores hacia la cara.
5. Al cortar un tubo de vidrio o al insertar un termómetro o tubo de vidrio en un tapón, deberán protegerse las manos con una toalla.
6. Nunca debe verterse agua en un recipiente que contenga ácido concentrado. El ácido deberá verterse lentamente en el agua, mientras la mezcla se agita.
7. Si en un experimento se producen gases tóxicos o desagradables, se deberá trabajar en un local provisto de extractor de gases.
8. Los reactivos químicos se conservarán en botellas etiquetadas. Leer cuidadosamente la etiqueta y verificar indicaciones y composición. No trasvasar un gran exceso de los reactivos usados. Cuando se termine de utilizar un reactivo correspondiente, se colocará en un lugar seguro, como la estantería donde generalmente se guarda.
9. Los reactivos analíticos y las disoluciones no utilizados nunca deberán regresarse al frasco, para evitar la contaminación.
10. Las disoluciones que se preparen para un experimento determinado deberán almacenarse en un recipiente especial y se les colocarán los datos siguientes: nombre, fórmula química, concentración y fecha de preparación.
11. Los experimentos deben realizarse con base en una metodología establecida.
12. Todos los materiales sólidos de desecho (papel, productos químicos no solubles, entre otros) deberán colocarse en recipientes especiales y nunca en las tarjas o vertederos.

13. Los residuos de disolventes orgánicos deberán colocarse en un recipiente adecuado para su posterior tratamiento.
14. En caso de que un aparato se incendie, deberá, si es posible, cerrarse la fuente de calor. A continuación, se apagará el fuego, limitándole el suministro de oxígeno, siempre que no haya riesgo para las personas.
15. Está prohibido comer y fumar dentro de los laboratorios.
16. Nunca se deberá pipetear un líquido con la boca.
17. Cuando se mencione agua en un experimento, por lo general, se trata de agua destilada, a menos que se dé otra indicación.
18. Cuando se utilizan disolventes flamables de bajo punto de ebullición, deberá cuidarse que no haya una fuente de calor importante en la habitación. Preferentemente, se sugiere realizar el experimento en un local provisto con extractor de gases.
19. Cuando se utilicen materiales peligrosos, por ejemplo disoluciones o materiales altamente tóxicos o flamables, deberán observarse las precauciones de seguridad que se detallan en los métodos de trabajo o en las fichas técnicas de seguridad de las sustancias.
20. Con respecto a los aparatos eléctricos, se sugiere:
 - a) No descuidar el equipo e informar de cualquier falla como sobrecalentamiento o un aislamiento dañado.
 - b) Tener cuidado de que no caiga agua sobre el equipo eléctrico.
 - c) Las manos, ropa, pisos y bancos del laboratorio deberán estar secos cuando se utilicen estos aparatos.
 - d) Tener especial cuidado al utilizar equipo que produzca altos voltajes.
21. Para el uso de balanzas analíticas, deberán observarse las indicaciones específicas de acuerdo al fabricante, sin olvidar que no debe regarse reactivo dentro de la cabina de pesado. Observar que estén niveladas y calibradas.

22. Nunca se deberán pesar sustancias higroscópicas como hidróxido de sodio en las balanzas analíticas, o bien, sustancias que desprendan gases como el ácido clorhídrico, a menos, que se empleen pesa filtros o recipientes herméticos.
23. No correr en el laboratorio, especialmente cuando se trabaja experimentalmente.
24. Todos los casos de accidente deberán ser comunicados inmediatamente al asesor.

Anexo 5. Características y contenido del diseño experimental

| CARACTERÍSTICAS | CONTENIDO |
|-----------------|--|
| 1. Portada | Datos de la institución Título del trabajo, indicando que es un diseño experimental Asignatura, carrera, grupo, equipo, profesor y fecha de entrega |
| 2. Contenido | Indicando la temática del trabajo |
| 3. Problema | Indicar enunciado del problema de acuerdo al manual |
| 4. Introducción | a) Desarrollarlo con base en el fenómeno y objetivos b) Trabajar los marcos referencial y teórico |
| 5. Objetivos | a) General b) Particulares |
| 6. Variables | a) Identificación b) Selección metodológica |
| 7. Hipótesis | a) Enunciado: debe contener las variables independiente y dependiente, variables o factores que son constantes, condiciones experimentales b) Modelo matemático: Ecuación que explica el fenómeno |

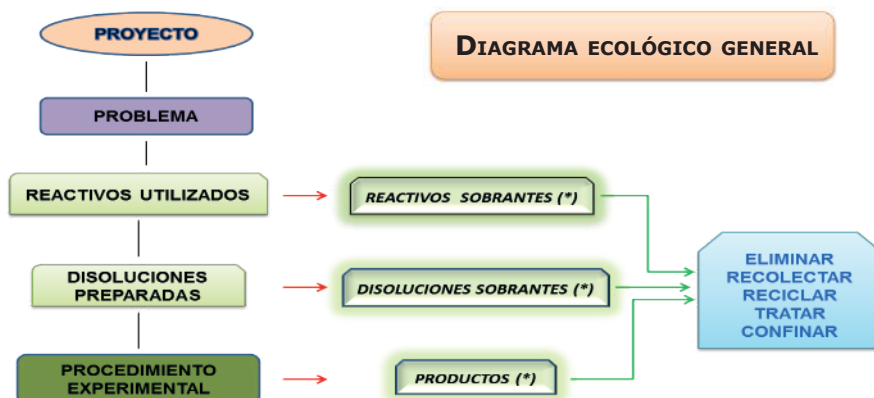
| | |
|------------------------|--|
| 8. Método | <p>Sujeto de estudio</p> <p>Aparatos de medición y equipo</p> <p>Materiales</p> <p>Reactivos analíticos</p> <p>Disoluciones de reactivos analíticos</p> <p>Procedimiento experimental que puede apoyarse con ilustraciones</p> |
| 9. Resultados | Instrumentos de captura de datos: tablas, gráficas, cuadros |
| 10. Anexos | <p>Cálculos matemáticos o químicos</p> <p>Hojas de seguridad</p> |
| 11. Diagrama ecológico | |
| 12. Glosario | Opcional |
| 13. Referencias | <p>a) Mínimo tres fuentes</p> <p>b) Incluir bibliografía recomendada</p> |

Anexo 6. Características y contenido del informe experimental

| CARACTERÍSTICAS | CONTENIDO |
|----------------------|--|
| 1. Portada | Datos de la institución Título del trabajo, indicando que es un informe experimental Asignatura, carrera, grupo, equipo, profesor y fecha de entrega |
| 2. Contenido | Indicando la temática del trabajo |
| 3. Problema | Indicar enunciado del problema de acuerdo al manual |
| 4. Introducción | Desarrollo con base en el fenómeno y objetivos Trabajar los marcos referencial y teórico |
| 5. Objetivos | a) General b) Particulares |
| 6. Sujeto de estudio | |
| 7. Variables | a) Identificación b) Selección metodológica |
| 8. Hipótesis | a) Enunciado: debe contener las variables independiente y dependiente, variables o factores que son constantes, condiciones experimentales b) Modelo matemático: Ecuación que explica el fenómeno |

| | |
|--------------------------|--|
| 9. Método | <p>Sujeto de estudio</p> <p>Aparatos de medición y equipo</p> <p>Materiales</p> <p>Reactivos analíticos</p> <p>Disoluciones de reactivos analíticos</p> <p>Procedimiento experimental que puede apoyarse con ilustraciones</p> |
| 10. Resultados | Instrumentos de captura de datos: tablas, gráficas y cuadros, con base en los datos experimentales obtenidos |
| 11. Análisis y discusión | Análisis tabular, gráfico, estadístico básico, de regresión lineal y fenomenológico |
| 12. Conclusiones | Con base en los logros del experimento, afirmando la resolución del problema con los elementos estadísticos y la aceptación o rechazo de la hipótesis |
| 13. Anexos | <p>Cálculos matemáticos o químicos</p> <p>Hojas de seguridad</p> |
| 14. Diagrama ecológico | |
| 15. Glosario | Opcional |
| 16. Referencias | <p>a) Mínimo tres fuentes</p> <p>b) Incluir bibliografía recomendada</p> |

Anexo 7. Diagrama ecológico general



(*) Identificar los residuos con base en la Clasificación de Grado de Riesgo del Modelo Rombo

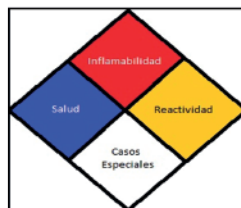
IDENTIFICAR LOS RESIDUOS DE ACUERDO A LA CLAVE CRETIB

| Clave CRETIB |
|-----------------------|
| C orrosivo |
| R eactivo |
| E xplosivo |
| T óxico ambiental |
| I nflamable |
| B iológico infeccioso |

IDENTIFICAR RIESGOS

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-018-STPS-2000, SISTEMA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN DE PELIGROS Y RIESGOS POR SUSTANCIAS QUÍMICAS PELIGROSAS EN LOS CENTROS DE TRABAJO.

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DE GRADOS DE RIESGO MODELO ROMBO



ROMBO DE SEGURIDAD BÁSICO

CLASIFICACIÓN DE GRADO DE RIESGO

| Rombo de seguridad | |
|--------------------|---|
| | El rombo en azul (izquierdo) representa el riesgo a la salud. El número representa la peligrosidad, la cual va desde 0 cuando el material es inocuo a 4 cuando es demasiado peligroso para la salud de las personas. |
| | El rombo en rojo (superior) representa el riesgo de inflamabilidad. Va de 0 cuando no es inflamable a 4 cuando es altamente inflamable. |
| | El rombo en amarillo (derecho) representa la reactividad. Va de 0 cuando la sustancia es estable a 4 cuando puede detonar casi de forma espontánea. |
| | El rombo en blanco (inferior) representa cuidados especiales. W (con una línea atravesada) es una sustancia que es reactiva con el agua; ACID es una sustancia ácida; ALK es una sustancia alcalina; OX es una sustancia oxidante; COR es una sustancia corrosiva; o puede contener una letra para identificar el equipo de protección personal de acuerdo a la NOM-018-STPS-2000 |

Anexo 8. Hojas de seguridad

Hidróxido de sodio

Fórmula: NaOH

Masa molar: 40.01 g/mol

Generalidades

El hidróxido de sodio es un sólido blanco e industrialmente se utiliza como disolución al 50 % por su facilidad de manejo. Es soluble en agua, desprendiéndose calor. Absorbe humedad y dióxido de carbono del aire y es corrosivo de metales y tejidos.

Es usado en síntesis, en el tratamiento de celulosa para hacer rayón y celofán, en la elaboración de plásticos, jabones y otros productos de limpieza, entre otros usos.

Se obtiene, principalmente por electrólisis de cloruro de sodio, por reacción de hidróxido de calcio y carbonato de sodio y al tratar sodio metálico con vapor de agua a bajas temperaturas.

Números de identificación

| | |
|-------------------|---|
| CAS: 1310-73-2 | RTECS: WB4900000 |
| UN: sólido:1823 | NFPA: Salud:3 Reactividad:1 Fuego: 0 |
| disolución: 1824 | HAZCHEM CODE: 2R |
| NIOSH: WB 4900000 | El producto está incluido en: CERCLA, EHS, SARA, RCRA |
| NOAA: 9073 | MARCAJE: SÓLIDO CORROSIVO |
| STCC: 4935235 | |

Sinónimos

Sosa, en inglés:

SOSA CAUSTICA ASCARITE

LEJIA CAUSTIC SODA

Otros idiomas:

COLLO-GRILLREIN

HYDROXYDE DE SODIUM (FRANCÉS)

COLLO-TAPETTA

NATRIUMHYDROXID (ALEMÁN)

LEWIS-RED DEVIL LYE

AETZNATRON (ALEMÁN)

SODIUM HYDRATE

NATRIUMHYDROXYDE (HOLANÉS)

SODIUM HYDROXIDE

SODIO (IDROSSIDO DI) (ITALIANO) LYE SODA LYE

WHITE CAUSTIC

Propiedades físicas y termodinámicas

Punto de ebullición: 1388 °C (a 760 mm de Hg)

Punto de fusión: 318.4 °C

Índice de refracción a 589.4 nm: 1.433 (a 320 °C) y 1.421 (a 420 °C)

Presión de vapor: 1mm (739 °C)

Densidad: 2.13 g/ml (25 °C)

Solubilidad: Soluble en agua, alcoholes y glicerol, insoluble en acetona (aunque reacciona con ella) y éter.

1 g se disuelve en 0.9 ml de agua, 0.3 ml de agua hirviendo, 7.2 ml de alcohol etílico y 4.2 ml de metanol.

pH de disoluciones acuosas (peso/peso): 0.05 %: 12; 0.5 %: 13 y 5 %: 14

En la tabla a continuación, se presentan algunas propiedades de disoluciones acuosas de NaOH.

Calor específico: 0.35 cal/g oC (20 oC)

Calor latente de fusión: 40 cal/g

Calor de formación: 100.97 Kcal/mol (forma alfa) y 101.95 Kcal/mol (forma beta)

Calor de transición de la forma alfa a la beta: 24.69 cal/g

Temperatura de transición: 299.6 oC

Energía libre de formación: 90.7 Kcal/ mol (a 25 oC y 760 mm de Hg)

Propiedades químicas

El NaOH reacciona con metales como Al, Zn y Sn, generando aniones como AlO_2^- , ZnO_2^- y SnO_3^{2-} e hidrógeno. Con los óxidos de estos metales, forma esos mismos aniones y agua. Con zinc metálico, además, hay ignición.

Se ha informado de reacciones explosivas entre el hidróxido de sodio y nitrato de plata amoniacal caliente, 4-cloro-2-metil-fenol, 2-nitro anisol, zinc metálico, N, N,-bis(trinitro-etil)-urea, azida de cianógeno, 3-metil-2-penten-4-in-1-ol, nitrobenzeno, tetrahidrobórato de sodio, 1,1,1-tricloroetanol, 1,2,4,5-tetraclorobenceno y circonio metálico.

Con bromo, cloroformo y triclorometano las reacciones son vigorosas o violentas.

La reacción con sosa y tricloroetileno es peligrosa, ya que este último se descompone y genera dicloroacetileno, el cual es inflamable.

Niveles de toxicidad

LD₅₀ (en conejos): 500 ml/Kg de una disolución al 10 %.

Niveles de irritación a piel de conejos: 500 mg/ 24 h, severa

Niveles de irritación a ojos de conejos: 4 mg, leve; 1 % o 50 microg/24 h, severo

RQ: 1000

IDLH: 250 mg/m³

| | |
|----------------|--|
| México | CPT: 2 mg/m ³ |
| Reino Unido | Periodos largos: 2 mg/m ³ Periodos cortos: 2 mg/m ³ |
| Alemania | MAK: 2 mg/m ³ |
| Estados Unidos | TLV-C: 2 mg/m ³ |
| Francia | VME: 2 mg/m ³ |
| Suecia | Límite máximo: 2 mg/m ³ |

Manejo

Equipo de protección personal

Para el manejo del NaOH es necesario el uso de lentes de seguridad, bata y guantes de neopreno, nitrilo o vinilo. Siempre debe manejarse en una campana y no deben utilizarse lentes de contacto al trabajar con este compuesto.

En el caso de trasvasar pequeñas cantidades de disoluciones de sosa con pipeta, utilizar una propipeta. NUNCA ASPIRAR CON LA BOCA.

Riesgos

Riesgos de fuego o explosión

Este compuesto no es inflamable, sin embargo, puede provocar fuego si se encuentra en contacto con materiales combustibles. Por otra parte, se generan gases inflamables al ponerse en contacto con algunos metales. Es soluble en agua generando calor.

Riesgos a la salud

El hidróxido de sodio es irritante y corrosivo de los tejidos. Los casos más comunes de accidente son por contacto con la piel y ojos, así como inhalación de neblinas o polvo.

Inhalación: la inhalación de polvo o neblina causa irritación y daño del tracto respiratorio. En caso de exposición a concentraciones altas, se presenta ulceración nasal.

A una concentración de 0.005-0.7 mg/m³, se ha informado de quemaduras en la nariz y tracto. En estudios con animales, se han reportado daños graves en el tracto respiratorio, después de una exposición crónica.

Contacto con ojos: el NaOH es extremadamente corrosivo a los ojos por lo que las salpicaduras son muy peligrosas, pueden provocar desde una gran irritación en la córnea, ulceración, nubosidades y, finalmente, su desintegración. En casos más severos puede haber ceguera permanente, por lo que los primeros auxilios inmediatos son vitales.

Contacto con la piel: tanto el NaOH sólido, como en disoluciones concentradas, es altamente corrosivo a la piel.

Se han hecho biopsias de piel en voluntarios a los cuales se aplicó una disolución de NaOH 1N en los brazos de 15 a 180 minutos, observándose cambios progresivos, empezando con disolución de células en las partes callosas, pasando por edema y llegar hasta una destrucción total de la epidermis en 60 minutos. Las disoluciones de concentración menor del 0.12 % dañan la piel en aproximadamente en 1 hora. Se han reportado casos de disolución total de cabello, calvicie reversible y quemaduras

del cuero cabelludo en trabajadores expuestos a disoluciones concentradas de sosa por varias horas. Por otro lado, una disolución acuosa al 5 % genera necrosis, cuando se aplica en la piel de conejos por 4 horas.

Ingestión: causa quemaduras severas en la boca, si se traga, el daño es en el esófago produciendo vómito y colapso.

Carcinogenicidad: este producto está considerado como posible causante de cáncer de esófago, aún después de 12 a 42 años de su ingestión. La carcinogénesis puede deberse a la destrucción del tejido y formación de costras, más que por el producto mismo.

Mutagenicidad: se ha encontrado que este compuesto es no mutagénico.

Peligros reproductivos: no hay información disponible al respecto.

Acciones de emergencia

Primeros Auxilios

Inhalación: retirar del área de exposición hacia una bien ventilada. Si el accidentado se encuentra inconsciente, no dar a beber nada, dar respiración artificial y rehabilitación cardiopulmonar. Si se encuentra consciente, levantarlo o sentarlo lentamente, suministrar oxígeno, si es necesario.

Ojos: lavar con abundante agua corriente, asegurándose de levantar los párpados, hasta eliminación total del producto.

Piel: quitar la ropa contaminada inmediatamente. Lavar el área afectada con abundante agua corriente.

Ingestión: no provocar vómito. Si el accidentado se encuentra inconsciente, tratar como en el caso de inhalación. Si está consciente, dar a beber una cucharada de agua inmediatamente y después, cada 10 minutos. EN TODOS LOS CASOS DE EXPOSICION, EL PACIENTE DEBE SER TRANSPORTADO ALHOSPITAL TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE.

Control de fuego

Pueden usarse extinguidores de agua en las áreas donde haya fuego y se almacene NaOH, evitando que haya contacto directo con el compuesto.

Fugas o derrames

En caso de derrame, ventilar el área y colocarse la ropa de protección necesaria como lentes de seguridad, guantes, overoles químicamente resistentes, botas de seguridad. Mezclar el sólido derramado con arena seca, neutralizar con HCl diluido, diluir con agua, decantar y tirar al drenaje. La arena puede desecharse como basura doméstica.

Si el derrame es de una disolución, hacer un dique y neutralizar con HCl diluido, agregar gran cantidad de agua y tirar al drenaje.

Desechos

Para pequeñas cantidades, agregar agua y hielo lentamente y con agitación. Ajustar el pH a neutro con HCl diluido. La disolución acuosa resultante, puede tirarse al drenaje diluyéndola con agua.

Durante la neutralización se desprende calor y vapores, por lo que debe hacerse lentamente y en un lugar ventilado adecuadamente.

Almacenamiento

El hidróxido de sodio debe ser almacenado en un lugar seco, protegido de la humedad, agua, daño físico y alejado de ácidos, metales, disolventes clorados, explosivos, peróxidos orgánicos y materiales que puedan arder fácilmente.

Requisitos de transporte y empaque

| Transportación terrestre | Transportación aérea | Transportación marítima |
|---|---|-------------------------|
| Marcaje: sólido 1823 Sustancia corrosiva | Código ICAO/IATA (No. ONU) | Marcaje: corrosivo |
| Disolución: 1824 | Sólido: 1823 | Número en IMDG: 8125 |
| HAZCHEM Code: 2R | Disolución: 1824 | Clase: 8 sólido |
| | Marcaje: corrosivo | Marcaje: corrosivo |
| | Cantidad máxima en vuelo comercial: 15 kg Disolución: 1 l | |
| | Cantidad máxima en vuelo de carga: sólido: 50 kg Disolución: 30 l | |

Permanganato de potasio

Fórmula: KMnO_4

Composición: K: 24.74 %; Mn: 34.76 % y O: 40.50 %

Masa molar: 158.03 g/mol

Generalidades

El permanganato de potasio es un sólido cristalino púrpura, soluble en agua. Es no inflamable, sin embargo, acelera la combustión de materiales inflamables y si este material se encuentra dividido finamente, puede producirse una explosión.

Es utilizado como reactivo en química orgánica, inorgánica y analítica; como blanqueador de resinas, ceras, grasas, aceites, algodón y seda; en teñido de lana y telas impresas; en el lavado de dióxido de carbono utilizado en fotografía y en purificación de agua. Se obtiene por oxidación electrolítica de mineral de manganeso.

Números de identificación

| | |
|-------------------|--------------------------------------|
| CAS: 7722-64-7 | STCC: 4918740 |
| UN: 1490 | RTECS: SD6475000 |
| NIOSH: SD 6475000 | El producto está incluido en: CERCLA |
| NOAA: 4324 | MARCAJE: OXIDANTE |

Sinónimos

SAL DE POTASIO DEL ACIDO PERMANGANICO

Otros idiomas:

POTASSIUM PERMANGANATE KALIUMPERMANGANAAT (HOLANDÉS)

C.I. 77755 KALIUMPERMANGANAT (ALEMÁN)

CAIROX PERMANGANATE DE POTASSIUM (FRANCÉS)

CHAMELEON MINERAL

CONDY'S CRYSTALS

PERMANGANATE OF POTASH

PERMANGANIC ACID, POTASSIUM SALT

Propiedades físicas

Punto de fusión: se descompone a 240 °C con evolución de oxígeno

Densidad (a 25 °C): 2.703 g/ml

Solubilidad: Soluble en 14.2 partes de agua fría y 3.5 de agua hirviendo. También es soluble en ácido acético, ácido trifluoro acético, anhídrido acético, acetona, piridina, benzonitrilo y sulfolano.

Propiedades químicas

Reacciona de manera explosiva con muchas sustancias como: ácido y anhídrido acético, sin control de la temperatura; polvo de aluminio; nitrato de amonio; nitrato de glicerol y nitrocelulosa; dimetilformamida; formaldehído; ácido clorhídrico; arsénico (polvo fino); fósforo (polvo fino); azúcares reductores; cloruro de potasio y ácido sulfúrico, residuos de lana; y en caliente, con polvo de titanio o azufre.

El permanganato de potasio sólido se prende en presencia de los siguientes compuestos: dimetilsulfóxido, glicerol, compuestos nitro, aldehídos en general, acetilacetona, ácido láctico, trietanolamina, manitol, eritrol, etilen glicol, ésteres de etilenglicol, 1,2-propanodiol, 3-cloropropano-1,2-diol, hidroxilamina, ácido oxálico en polvo, polipropileno y diclorosilano. Lo mismo ocurre con alcoholes (metanol, etanol, isopropanol, pentanol o isopentanol), en presencia de ácido nítrico y disolución al 20 % de permanganato de potasio.

Por otro lado, se ha informado de reacciones exotérmicas violentas de este compuesto con ácido fluorhídrico y con peróxido de hidrógeno.

Con mezclas etanol y ácido sulfúrico y durante la oxidación de ter-alquilaminas en acetona y agua, las reacciones son violentas.

Con carburo de aluminio y con carbón se presenta incandescencia.

Trazas de este producto en nitrato de amonio, perclorato de amonio o diclorosilano, aumentan la sensibilidad de estos productos al calor y la fricción.

Puede descomponerse violentamente en presencia de álcalis o ácidos concentrados liberándose oxígeno.

En general, es incompatible con agentes reductores fuertes (sales de fierro (II) y mercurio (I), hipofosfitos, arsenitos), metales finamente divididos, peróxidos, aluminio, plomo, cobre y aleaciones de este último.

Niveles de toxicidad

RQ: 100

LDLo (oral en humanos): 143 mg/kg

LD50 (oral en ratas): 1090 mg/kg

| | |
|----------------|---|
| México | CPT: 5 mg/m ³ (como Mn) |
| Estados Unidos | TLV TWA: 5 mg/m ³ (como Mn) |
| Suecia | Polvo total: Límite: 2.5 mg/m ³ Máximo: 5 mg/m ³ Polvo respirable límite: 1 mg/m ³ Periodos cortos: 2.5 mg/m ³ |
| Reino Unido | Periodos largos: 5 mg/m ³ (como Mn) Periodos cortos: 5 mg/m ³ (como Mn) |
| Alemania | MAK: 5 mg/m ³ (como Mn) |

Manejo

Equipo de protección personal

Para manejar este compuesto deben utilizarse bata, lentes de seguridad y guantes, en un área bien ventilada. Para cantidades grandes, debe usarse, además, equipo de respiración autónoma.

No deben usarse lentes de contacto al manejar este producto.

Al trasvasar disoluciones de este producto, usar propipeta, NUNCA ASPIRAR CON LA BOCA.

Riesgos

Riesgos de fuego y explosión

Es un compuesto no inflamable. Sin embargo, los recipientes que lo contienen pueden explotar al calentarse y generar fuego y explosión, al entrar en contacto con materiales combustibles.

Riesgos a la salud

En experimentos con ratas a las cuales se les administró este producto por vía rectal, se observó hiperemia (aumento en la cantidad de sangre) del cerebro, corazón, hígado, riñón, bazo y tracto gastrointestinal. Además, se presenta atrofia y degeneración de tejidos parenquimales, cambios destructivos en el intestino delgado, shock y muerte en las siguientes 3 a 20 horas. En ratones, a los que se les inyectó por vía subcutánea, se presentó necrosis del hígado.

Inhalación: causa irritación de nariz y tracto respiratorio superior, tos, laringitis, dolor de cabeza, náusea y vómito. La muerte puede presentarse por inflamación, edema o espasmo de la laringe y bronquios, edema pulmonar o neumonitis química.

Contacto con ojos: tanto en formas de cristales como en disolución, este compuesto es muy corrosivo.

Contacto con la piel: la irrita y, en casos severos, causa quemaduras químicas.

Ingestión: en humanos, se ha observado que una ingestión de 2 400 µg/kg/día (dosis bajas o moderadas) genera quemaduras en tráquea y efectos gastrointestinales como náusea, vómito, ulceración, diarrea o constipación y pérdida de conciencia. Con dosis mayores, se ha presentado anemia, dificultad para tragar, hablar y salivar. En casos severos, se han presentado, además de los anteriores, taquicardia, hipertermia (aumento de la temperatura corporal), cansancio, daños a riñones y la muerte, debido a complicaciones pulmonares o fallas circulatorias.

No se ha informado de efectos fisiológicos en ratas a las que se les suministró 0.1 mg/kg por 9 meses, pero una sola dosis de 1.5 g/kg provocó anemia hipocrómica, cambios en la sangre y sangrado en órganos parenquimatosos.

Carcinogenicidad: no existe información al respecto.

Mutagenicidad: se ha informado de un pequeño incremento de aberración cromosomal en cultivos de células de mamíferos.

Peligros reproductivos: se ha informado de disturbios ginecológicos en trabajadoras expuestas a este compuesto, especialmente en mujeres jóvenes. Su uso como abortivo local causa daños severos en la vagina y hemorragias.

En ratas, se han investigado efectos gonadotrópicos y embriotóxicos y se han observado embriones con daños provenientes de ratas fertilizadas por machos tratados con permanganato de potasio. Además, inyecciones intertesticulares de disoluciones de este compuesto (0.08 mmol/kg) producen calcificación de los conductos seminíferos. En las hembras, la administración por vía oral, provoca disturbios en su ciclo sexual, el cual no se normaliza antes de 2 o 3 meses.

Acciones de emergencia

Primeros auxilios

Inhalación: transportar a la víctima a una zona bien ventilada. Si se encuentra inconsciente, proporcionar respiración artificial. Si se encuentra consciente, sentarlo lentamente y proporcionar oxígeno.

Ojos: lavarlos con agua corriente, asegurándose de abrir bien los párpados, por lo menos durante 15 minutos.

Piel: eliminar la ropa contaminada, si es necesario y lavar la zona afectada con agua corriente.

Ingestión: no induzca el vómito. Si la víctima se encuentra consciente, dar agua a beber inmediatamente.

EN TODOS LOS CASOS DE EXPOSICION, EL PACIENTE DEBE SER TRANSPORTADO AL HOSPITAL, TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE.

Control de fuego

Utilizar equipo de respiración autónoma en incendios donde se involucre a este compuesto. Utilizar agua para enfriar los contenedores involucrados y también para extinguir el incendio.

Fugas y derrames

Utilizar el equipo de seguridad mínimo como bata, lentes de seguridad y guantes y, dependiendo de la magnitud del derrame, será necesaria la evacuación del área y la utilización de equipo de respiración autónoma.

Alejar del derrame cualquier fuente de ignición y mantenerlo alejado de drenajes y fuentes de agua.

Construir un dique para contener el material líquido y absorberlo con arena. Si el material derramado es sólido, cubrirlo para evitar que se moje.

Almacenar la arena contaminada o el sólido derramado en áreas seguras para su posterior tratamiento (Ver "Desechos").

Desechos

Agregar disoluciones diluidas de bisulfito de sodio, tiosulfato de sodio, sales ferrosas o mezclas sulfito-sales ferrosas y ácido sulfúrico 2 M para acelerar la reducción (no usar carbón o azufre). Transferir la mezcla a un contenedor y neutralizar con carbonato de sodio, el sólido resultante (MnO_2), debe filtrarse y confinarse adecuadamente.

Almacenamiento

Debe almacenarse en recipientes bien tapados, alejados de ácido sulfúrico, peróxido de hidrógeno, combustibles, compuestos orgánicos en general, materiales oxidables y protegidos de daños físicos, en lugares frescos y bien ventilados.

Requisitos de transporte y empaque

| Transportación terrestre | Transportación aérea | Transportación marítima |
|--------------------------|---|--------------------------|
| Marcaje: 1490 | Código ICAO/IATA: 1490 | Código IMDG: 5067 |
| Sustancia oxidante | Clase 5.1 | Marcaje: Agente oxidante |
| | Marcaje: Oxidante | Clase 5.1 |
| | Cantidad máxima en vuelo de pasajeros: 5 kg | |
| | Cantidad máxima en vuelos de carga: 25 kg | |

Sodio metálico

Nombre: SODIO

Símbolo: Na

Masa molar: 22.99 g/mol

Generalidades

El sodio es un metal alcalino. Es blando, de color plateado, que se vuelve gris al exponerse al aire y puede prenderse espontáneamente. Al prenderse, arde violentamente con explosión. También reacciona violentamente con humedad o agua, produciendo hidróxido de sodio e hidrógeno y el calor de la reacción es suficiente para causar que este último se prenda o explote. Su símbolo, Na, proviene del latín Natrium y fue obtenido por primera vez en forma metálica por Sir Humphry Davy en 1807.

En la naturaleza no se encuentra en forma metálica, sino formando parte de una gran variedad de minerales. La reducción térmica de muchos de estos minerales genera al metal. Otra manera de producirlo es mediante la electrólisis de hidróxido de sodio fundido o cloruro de sodio. Comercialmente, puede encontrarse como sólido o líquido fundido.

Se utiliza en la elaboración de aditivos antidetonantes para gasolinas, como medio de transferencia de calor, lámparas, en la elaboración de productos químicos utilizados en síntesis orgánica y productos farmacéuticos como hidruro de sodio, sodamida y peróxido de sodio, entre otros.

Números de identificación

| | |
|-------------------|--|
| CAS: 7440-23-5 | RTECS: VY0686000 |
| UN: 1428 | NFPA: Salud: 3 Reactividad: 2 Fuego: 3 Especial: N agua |
| NIOSH: VY 0686000 | HAZCHEM CODE: 4W |
| NOAA: 7794 | El producto está incluido en: CERCLA |
| STCC: 4916456 | MARCAJE: SÓLIDO PELIGROSO AL ENTRAR EN CONTACTO CON AGUA |

Sinónimos

En inglés:

SODIO METALICO SODIUM

NATRIUM SODIUM-23

Propiedades físicas y termodinámicas

Punto de fusión: 97.81 °C

Punto de ebullición: 881.4 °C

Densidad del sólido (g/ml): 0.968 (20 °C) y 0.962 (50 °C)

Densidad del líquido (g/ml): 0.927 (en el punto de fusión), 0.856 (400 °C) y 0.82 (500 °C)

Presión de vapor (a 400 °C): 1.2 mm de Hg

Temperatura de autoignición: mayor de 115 °C.

Capacidad calorífica: 0.292 cal/g (sólido) y 0.331 cal/g (líquido)

Calor de fusión: 622.2 cal/g

Calor específico del sólido (kJ/kg K): 2.01 (20 °C) y 2.16 (en el punto de fusión)

Calor específico del líquido kJ/kg K): 1.38 (en el punto de fusión), 1.28 (400 °C) y 1.26 (550 °C)

Viscosidad (cP): 0.68 (100 °C), 0.284 (400 °C) y 0.225 (550 °C)

Tensión superficial (mN/m): 192 (en el punto de fusión), 161 (400 °C) y 146 (550 °C)

Solubilidad: Soluble en mercurio (forma amalgamas sódicas) y amoníaco (generando una disolución azul)

Radio atómico: 185 pm

Radio iónico: 97 pm

Configuración electrónica: 1s²2s²2p⁶3s¹

Potencial de ionización (V): 5.12

Cambio de volumen al fundir (%): +2.63

Conductividad térmica del sólido (W/n K): 1 323 (20 °C)

Conductividad térmica del líquido (W/n K): 879 (en el punto de fusión), 722 (400 °C) y 640 (550 °C)

El sodio es paramagnético y en forma de vapor predomina en forma monoatómica, aunque se ha informado de la presencia de dímeros y tetrámeros. En forma de vapor es de color azul, sin embargo, en algunas ocasiones puede presentarse de color verde, debido a la mezcla de azul y amarillo, el cual proviene del vapor de sodio al quemarse.

Propiedades químicas

En general, es incompatible con agentes oxidantes, agua y ácidos.

Reacciona explosivamente con: agua; disoluciones acuosas de cloruro de hidrógeno; fluoruro de hidrógeno y ácido sulfúrico; 1-cloro-butano en éter de petróleo, a temperaturas bajas; cloroformo y metanol; diazometano; etanol en disolventes hidrocarbonados, sin eliminar aire; compuestos fluorados; disolventes halogenados; yoduro de perfluorohexilo; yodometano; pentafluoruro de yodo; yodo; tribromuro de fósforo, en presencia de pequeñas cantidades de agua; monóxido de carbono; nitrato de amonio; nitrato de sodio y cloruro de fosforilo caliente, entre otros.

Si existen vapores de sodio en el ambiente, reacciona violentamente con carbón en polvo.

Se han observado reacciones exotérmicas entre sodio dividido finamente y clorobenceno y benceno en atmósfera de nitrógeno. Por otra parte, mezclas de este metal y haluros metálicos son sensibles a golpes.

Genera explosivos sensibles a golpes con bromo, bromuro de yodo, cloruro de yodo, yodato de plata, yodato de sodio, pentacloruro de fósforo, tribromuro de fósforo, dicloruro de azufre, tribromuro de boro, dibromuro de azufre, fluoruro de sulfinilo, tetracloruro de silicio, tetrafluoruro de silicio, oxihaluros y oxisulfuros inorgánicos y compuestos orgánicos con varios átomos de oxígeno, como alquil-oxalatos.

El sodio se prende en presencia de: ácido nítrico (con densidad mayor de 1.056 g/ml), éter dietílico, flúor, cloruro de sulfinilo a 300 °C, pentóxido de dinitrógeno, 2,2,3,3-tetrafluoropropanol y con polvo muy fino de óxido de plomo.

Reacciona de manera vigorosa con: dimetilformamida caliente, dicloruro de selenio caliente y al fundirlo con cuarzo y óxido de plomo.

Mezclas de sodio y azufre interaccionan violentamente, de la misma manera que sodio y éter con bromobenceno o 1-bromobutano (a 30 °C) y mercurio con cloruro de vanadio (a más de 180 °C).

Con heptafluoruro de yodo, pentóxido de fósforo, fluoruro de nitrosilo y fluoruro de nitrilo, reacciona incandescentemente. Los siguientes compuestos se reducen con incandescencia en presencia de sodio: óxido de bismuto (III), trióxido de cromo y óxido de cobre (II) y estaño (IV).

En presencia de oxígeno, arde con flama amarilla.

Reduce muchos óxidos a su estado elemental y reduce cloruros metálicos.

Generalmente, se encuentra cubierto de una capa blanca de óxido, carbonato o hidróxido, dependiendo de la atmósfera a la que esté expuesto.

Niveles de toxicidad

RQ: 10

Manejo

Equipo de protección personal

Al manejar este producto deben utilizarse bata, lentes de seguridad y guantes en campanas extractoras de gases. Dependiendo de la cantidad, deberá utilizarse también, careta y ropa protectora con retardantes de flama. **NO OLVIDAR QUE ESTE PRODUCTO ES MUY REACTIVO.**

Riesgos

Riesgos de fuego y explosión

Es un producto inflamable, que produce hidrógeno (también inflamable), al contacto con humedad y agua.

El calor de la reacción es suficiente para causar que el hidrógeno producido se prenda o explote. Los vapores generados al quemarse son muy irritantes de piel, ojos y mucosas.

Riesgos a la salud

En estado sólido, causa quemaduras en piel (especialmente si está húmeda) y ojos. Al quemarse, produce vapores irritantes para la piel, ojos y mucosas.

Inhalación: los vapores que genera el sodio al arder son altamente irritantes de nariz y garganta causando tos, dificultad para respirar y provocan, incluso, edema pulmonar. Experimentos con ratas, sometidas a aerosoles que contienen sodio, han demostrado que a concentraciones de 65 $\mu\text{g/l}$, no se presentan daños patológicos. Sin embargo, a concentraciones entre 1 000 $\mu\text{g/l}$ y 2 000 $\mu\text{g/l}$ por 40 minutos, se presentan efectos corrosivos severos en las fosas nasales y laringe.

Contacto con ojos: causa quemaduras severas e incluso ceguera. En forma de vapor es altamente irritante.

Contacto con la piel: el contacto del sodio con la humedad de la piel causa quemaduras térmicas y cáusticas.

Ingestión: causa quemaduras severas en la boca y tracto digestivo, presentándose dolor abdominal y vómito.

Carcinogenicidad: no existe información al respecto.

Mutagenicidad: no existe información al respecto.

Peligros reproductivos: no existe información al respecto.

Acciones de emergencia

Primeros auxilios

Inhalación: transportar a la víctima a una zona bien ventilada. Si está inconsciente, proporcionar rehabilitación cardiopulmonar. Si se encuentra consciente, mantenerla sentada en reposo y proporcionar oxígeno.

Ojos: lavarlos con agua corriente.

Piel: eliminar restos de metal y después lavar la zona afectada con agua. Debe tratarse como una quemadura cáustica o por calor.

Ingestión: no provocar el vómito. Si la víctima se encuentra consciente, dar a beber una taza de agua inmediatamente y después, una cucharada cada 10 minutos.

EN TODOS LOS CASOS DE EXPOSICIÓN, EL PACIENTE DEBE SER TRANSPORTADO AL HOSPITAL, TAN PRONTO COMO SEA POSIBLE.

Control de fuego

Usar equipo de respiración autónoma y traje completo de hule.

No debe usarse agua ni extinguidores de dióxido de carbono o compuestos halogenados. Puede utilizarse grafito seco, sosa, cloruro de sodio en polvo o un polvo seco adecuado.

Fugas y derrames

Dependiendo de la magnitud del derrame, deberá portarse la ropa de protección adecuada, equipo de respiración autónoma, guantes resistentes químicamente, lentes de seguridad, careta de policarbonato y zapatos de seguridad.

No usar agua y alejar cualquier fuente de ignición del área. Mantener el material derramado alejado de fuentes de agua y drenajes. Cubrirlo con sosa seca o bicarbonato de sodio, mezclar cuidadosamente y recoger. Añadirle alcohol butílico en un recipiente y mantenerlo en la campana por lo menos por 24 horas.

Debe recordarse que al prenderse, arde violentamente con explosión. Lo mismo sucede en presencia de humedad o agua, produciendo hidróxido de sodio e hidrógeno, siendo el calor de la reacción suficiente para causar que este último se prenda o explote.

Desechos

Los desechos de sodio deben ser tratados con alcohol butílico en una campana de extracción.

Neutralizar la disolución resultante e incinerarla.

Almacenamiento

Debe almacenarse alejado de fuentes de agua, protegido de altas temperaturas y de daños físicos. Los recipientes que los contengan deben estar bajo atmósfera de nitrógeno o con querosina, nunca en disolventes halogenados.

Requisitos de transporte y empaque

| Transportación terrestre | Transportación aérea | Transportación marítima |
|---|-------------------------------------|-------------------------------|
| Marcaje: 1428. Sustancia que al entrar en contacto con agua genera gas inflamable. | Código ICAO/IATA: 1428 | Número en IMDG: 4175 |
| HAZCHEM: 4W | Clase 4.3 | Clase: 4.3 |
| | Marcaje: Peligroso al mojarse | Marcaje: Peligroso al mojarse |
| | Máxima cantidad permitida en vuelos | |
| | Comerciales: prohibido | |
| | Carga: 50 kg | |

Anexo 9. Constantes del producto de solubilidad de electrolitos poco solubles k_{ps}

| ELECTROLITO | EQUILIBRIO | | | | KS | PK_{ps} | |
|-----------------------|-----------------|-------------------|------------|---|---------------|-----------------------|-------|
| ALUMINIO (III) | | | | | | | |
| Hidróxido | $Al(OH)_3$ | \leftrightarrow | Al^{3+} | + | $3OH^-$ | 2×10^{-32} | 31.7 |
| Fosfato | $AlPO_4$ | \leftrightarrow | Al^{3+} | + | PO_4^{3-} | 6.3×10^{-19} | 18.20 |
| BARIO (II) | | | | | | | |
| Arseniato | $Ba_3(AsO_4)_2$ | \leftrightarrow | $3Ba^{2+}$ | + | $2AsO_4^{3-}$ | 8×10^{-51} | 50.1 |
| Carbonato | $BaCO_3$ | \leftrightarrow | Ba^{2+} | + | CO_3^{2-} | 5.1×10^{-9} | 8.29 |
| Cromato | $BaCrO_4$ | \leftrightarrow | Ba^{2+} | + | CrO_4^{2-} | 1.2×10^{-10} | 9.93 |
| Fluoruro | BaF_2 | \leftrightarrow | Ba^{2+} | + | $2F^{2-}$ | 1.0×10^{-6} | 6.0 |
| Hidróxido | $Ba(OH)_2$ | \leftrightarrow | Ba^{2+} | + | $2OH^{2-}$ | 5.0×10^{-3} | 2.30 |
| Yodato | $Ba(IO_3)_2$ | \leftrightarrow | Ba^{2+} | + | $2IO_3^-$ | 6.5×10^{-10} | 9.19 |
| Permanganato | $BaMnO_4$ | \leftrightarrow | Ba^{2+} | + | MnO_4^{2-} | 2.5×10^{-10} | 9.61 |
| Oxalato | BaC_2O_4 | \leftrightarrow | Ba^{2+} | + | $C_2O_4^{2-}$ | 1.5×10^{-8} | 7.82 |
| Fosfato | $Ba_3(PO_4)_2$ | \leftrightarrow | $3Ba^{2+}$ | + | $2PO_4^{2-}$ | 6×10^{-39} | 38.2 |
| Sulfato | $BaSO_4$ | \leftrightarrow | Ba^{2+} | + | SO_4^{2-} | 1.0×10^{-10} | 10.0 |
| Sulfito | $BaSO_3$ | \leftrightarrow | Ba^{2+} | + | SO_3^{2-} | 9.5×10^{-10} | 9.02 |
| BISMUTO (II) | | | | | | | |
| Arseniato | $BiAsO_4$ | \leftrightarrow | Bi^{3+} | + | AsO_4^{3-} | 4×10^{-10} | 9.4 |
| Hidróxido | $Bi(OH)_3$ | \leftrightarrow | Bi^{3+} | + | $3OH^-$ | 4.3×10^{-31} | 30.37 |
| Fosfato | $BiPO_4$ | \leftrightarrow | Bi^{3+} | + | PO_4^{3-} | 1.3×10^{-23} | 22.89 |
| Sulfuro | Bi_2S_3 | \leftrightarrow | $2Bi^{3+}$ | + | $3S^{2-}$ | 1.0×10^{-96} | 96 |
| CADMIO (II) | | | | | | | |
| Arseniato | $Cd_3(AsO_4)_2$ | \leftrightarrow | $3Cd^{2+}$ | + | $2AsO_4^{3-}$ | 2×10^{-33} | 32.7 |

| | | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|---|-----------------------------|---|------------|-----|---|-------|
| Carbonato | CdCO_3 | \leftrightarrow | Cd^{2+} | + | CO_3^{2-} | X | 10^{-12} | 5.2 | X | 11.28 |
| Hidróxido | Cd(OH)_2 | \leftrightarrow | Cd^{2+} | + | 2OH^- | X | 10^{-14} | 1.2 | X | 13.93 |
| Oxalato | CdC_2O_4 | \leftrightarrow | Cd^{2+} | + | $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ | X | 10^{-8} | 1.8 | X | 7.74 |
| Sulfuro | CdS | \leftrightarrow | Cd^{2+} | + | S^{2-} | X | 10^{-27} | 7.1 | X | 26.15 |
| CALCIO (II) | | | | | | | | | | |
| Arseniato | $\text{Ca}_3(\text{AsO}_4)_2$ | \leftrightarrow | 3Ca^{2+} | + | 2AsO_4^{3-} | X | 10^{-19} | 6.4 | X | 18.2 |
| Carbonato | CaCO_3 | \leftrightarrow | Ca^{2+} | + | CO_3^{2-} | X | 10^{-9} | 4.8 | X | 8.32 |
| Floururo | CaF_2 | \leftrightarrow | Ca^{2+} | + | 2F^- | X | 10^{-11} | 4.0 | X | 10.40 |
| Hidróxido | Ca(OH)_2 | \leftrightarrow | Ca^{2+} | + | 2OH^- | X | 10^{-6} | 5.5 | X | 5.26 |
| Yodato | $\text{Ca(IO}_3)_2$ | \leftrightarrow | Ca^{2+} | + | 2IO_3^- | X | 10^{-7} | 7.1 | X | 6.15 |
| Oxalato | CaC_2O_4 | \leftrightarrow | Ca^{2+} | + | $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ | X | 10^{-9} | 1.3 | X | 8.89 |
| Fosfato | $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ | \leftrightarrow | 3Ca^{2+} | + | 2PO_4^{3-} | X | 10^{-29} | 2.0 | X | 28.7 |
| Sulfato | CaSO_4 | \leftrightarrow | Ca^{2+} | + | SO_4^{2-} | X | 10^{-6} | 1.2 | X | 5.92 |
| CERIO (III) | | | | | | | | | | |
| Hidróxido | Ce(OH)_3 | \leftrightarrow | Ce^{3+} | + | 3OH^- | X | 10^{-21} | 6.3 | X | 20.2 |
| Yodato | $\text{Ce(IO}_3)_3$ | \leftrightarrow | Ce^{3+} | + | 3IO_3^- | X | 10^{-10} | 3.2 | X | 9.5 |
| CROMO (III) | | | | | | | | | | |
| Hidróxido | Cr(OH)_3 | \leftrightarrow | Cr^{3+} | + | 3OH^- | X | 10^{-31} | 6.0 | X | 30.2 |
| Fosfato | CrPO_4 | \leftrightarrow | Cr^{3+} | + | PO_4^{3-} | X | 10^{-23} | 2.4 | X | 22.62 |
| COBALTO (II) | | | | | | | | | | |
| Carbonato | CoCO_3 | \leftrightarrow | Co^{2+} | + | CO_3^{2-} | X | 10^{-13} | 8.0 | X | 12.1 |
| Hidróxido | Co(OH)_2 | \leftrightarrow | Co^{2+} | + | $2(\text{OH})^-$ | X | 10^{-16} | 2.5 | X | 15.60 |
| Sulfuro | CoS | \leftrightarrow | Co^{2+} | + | S^{2-} | X | 10^{-22} | 5.0 | X | 21.3 |
| COBRE (I) | | | | | | | | | | |
| Bromuro | CuBr | \leftrightarrow | Cu^+ | + | Br^- | X | 10^{-9} | 5.9 | X | 8.23 |
| Cloruro | CuCl | \leftrightarrow | Cu^+ | + | Cl^- | X | 10^{-7} | 1.9 | X | 6.73 |
| Yoduro | CuI | \leftrightarrow | Cu^+ | + | I^- | X | 10^{-12} | 1.1 | X | 11.93 |

| | | | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|------------------|---|-----------------------------|-----|---|------------|-------|
| Sulfuro | Cu_2S | \leftrightarrow | 2Cu^+ | + | S^{2-} | 1.0 | X | 10^{-49} | 49.0 |
| Tiocianato | CuCSN | \leftrightarrow | Cu^+ | + | CSN^- | 1.9 | X | 10^{-13} | 12.73 |
| COBRE (II) | | | | | | | | | |
| Arseniato | $\text{Cu}_3(\text{AsO}_4)_2$ | \leftrightarrow | Cu^{2+} | + | AsO_4^{3-} | 8.0 | X | 10^{-36} | 35.1 |
| Carbonato | CuCO_3 | \leftrightarrow | Cu^{2+} | + | CO_3^{2-} | 2.5 | X | 10^{-10} | 9.60 |
| Cromato | CuCrO_4 | \leftrightarrow | Cu^{2+} | + | CrO_4^{2-} | 3.6 | X | 10^{-6} | 5.44 |
| Hidróxido | $\text{Cu}(\text{OH})_2$ | \leftrightarrow | Cu^{2+} | + | 2OH^- | 2.2 | X | 10^{-20} | 19.66 |
| Oxalato | CuC_2O_4 | \leftrightarrow | Cu^{2+} | + | $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ | 2.9 | X | 10^{-8} | 7.54 |
| Sulfuro | CuS | \leftrightarrow | Cu^{2+} | + | S^{2-} | 6.0 | X | 10^{-36} | 35.2 |
| HIERRO (II) | | | | | | | | | |
| Carbonato | FeCO_3 | \leftrightarrow | Fe^{2+} | + | CO_3^{2-} | 3.5 | X | 10^{-11} | 10.46 |
| Hidróxido | $\text{Fe}(\text{OH})_2$ | \leftrightarrow | Fe^{2+} | + | 2OH^- | 1.4 | X | 10^{-15} | 14.84 |
| Sulfuro | FeS | \leftrightarrow | Fe^{2+} | + | S^{2-} | 5.0 | X | 10^{-18} | 17.30 |
| HIERRO (III) | | | | | | | | | |
| Arseniato | FeAsO_4 | \leftrightarrow | Fe^{3+} | + | AsO_4^{3-} | 6.0 | X | 10^{-21} | 20.2 |
| Hidróxido | $\text{Fe}(\text{OH})_3$ | \leftrightarrow | Fe^{3+} | + | 3OH^- | 4.5 | X | 10^{-37} | 36.35 |
| Fosfato | FePO_4 | \leftrightarrow | Fe^{3+} | + | PO_4^{3-} | 1.4 | X | 10^{-22} | 21.87 |
| PLOMO (II) | | | | | | | | | |
| Arseniato | $\text{Pb}_3(\text{AsO}_4)_2$ | \leftrightarrow | Pb^{2+} | + | AsO_4^{3-} | 4.0 | X | 10^{-36} | 35.40 |
| Bromuro | PbBr_2 | \leftrightarrow | Pb^{2+} | + | 2Br^- | 3.9 | X | 10^{-5} | 4.41 |
| Carbonato | PbCO_3 | \leftrightarrow | Pb^{2+} | | CO_3^{2-} | 1.0 | X | 10^{-13} | 13.0 |
| Cloruro | PbCl_2 | \leftrightarrow | Pb^{2+} | | 2Cl^- | 1.6 | X | 10^{-5} | 4.79 |
| Cromato | PbCrO_4 | \leftrightarrow | Pb^{2+} | | CrO_4^{2-} | 1.8 | X | 10^{-14} | 13.75 |
| Fluoruro | PbF_2 | \leftrightarrow | Pb^{2+} | | 2F^- | 2.7 | X | 10^{-8} | 7.57 |
| Hidróxido | $\text{Pb}(\text{OH})_2$ | \leftrightarrow | Pb^{2+} | | 2OH^- | 1.2 | X | 10^{-15} | 14.93 |
| Iodato | $\text{Pb}(\text{IO}_3)_2$ | \leftrightarrow | Pb^{2+} | | 2IO_3^- | 2.6 | X | 10^{-13} | 12.58 |
| Ioduro | PbI_2 | \leftrightarrow | Pb^{2+} | | 2I^- | 6.5 | X | 10^{-9} | 8.19 |

| | | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|-------------|----------------------|-----|---|------------|-------|
| Oxalato | PbC_2O_4 | \leftrightarrow | Pb^{2+} | $C_2O_4^{2-}$ | 8.3 | X | 10^{-12} | 11.08 |
| Fosfato | $Pb_3(PO_4)_2$ | \leftrightarrow | Pb^{2+} | PO_4^{3-} | 8.0 | X | 10^{-43} | 42.10 |
| Sulfato | $PbSO_4$ | \leftrightarrow | Pb^{2+} | SO_4^{2-} | 1.6 | X | 10^{-8} | 7.80 |
| Sulfuro | PbS | \leftrightarrow | Pb^{2+} | S^{2-} | 7.1 | X | 10^{-29} | 28.15 |
| MAGNESIO (II) | | | | | | | | |
| Fosfato Amónico | $MgNH_4PO_4$ | \leftrightarrow | Mg^{2+} | $NH_4^+ + PO_4^{3-}$ | 2.5 | X | 10^{-13} | 12.60 |
| Arseniato | $Mg_3(AsO_4)_2$ | \leftrightarrow | $3 Mg^{2+}$ | $2 AsO_4^{3-}$ | 2.0 | X | 10^{-20} | 19.7 |
| Carbonato | $MgCO_3$ | \leftrightarrow | Mg^{2+} | CO_3^{2-} | 1.0 | X | 10^{-3} | 5.0 |
| Fluoruro | MgF_2 | \leftrightarrow | Mg^{2+} | $2 F^-$ | 6.4 | X | 10^{-9} | 8.19 |
| Hidróxido | $Mg(OH)_2$ | \leftrightarrow | Mg^{2+} | $2 OH^-$ | 2.4 | X | 10^{-11} | 10.63 |
| Oxalato | MgC_2O_4 | \leftrightarrow | Mg^{2+} | $C_2O_4^{2-}$ | 8.6 | X | 10^{-5} | 4.07 |
| MANGANESO (II) | | | | | | | | |
| Arseniato | $Mn_3(AsO_4)_2$ | \leftrightarrow | $3Mn^{2+}$ | $2 AsO_4^{3-}$ | 2.0 | X | 10^{-29} | 28.7 |
| Carbonato | $MnCO_3$ | \leftrightarrow | Mn^{2+} | CO_3^{2-} | 1.8 | X | 10^{-11} | 10.74 |
| Hidróxido | $Mn(OH)_2$ | \leftrightarrow | Mn^{2+} | $2 OH^-$ | 1.9 | X | 10^{-13} | 12.72 |
| Oxalato | $Mn C_2O_4$ | \leftrightarrow | Mn^{2+} | $C_2O_4^{2-}$ | 1.1 | X | 10^{-15} | 14.96 |
| Sulfuro | MnS | \leftrightarrow | Mn^{2+} | S^{2-} | 1.1 | X | 10^{-15} | 14.96 |
| MERCURIO (I) | | | | | | | | |
| Acetato | $Hg_2(CH_3COO)_2$ | \leftrightarrow | Hg_2^{2+} | $2 CH_3COO^-$ | 3.6 | X | 10^{-10} | 9.44 |
| Bromuro | Hg_2Br_2 | \leftrightarrow | Hg_2^{2+} | $2 Br^-$ | 5.8 | X | 10^{-23} | 22.24 |
| Carbonato | Hg_2CO_3 | \leftrightarrow | Hg_2^{2+} | CO_3^{2-} | 8.9 | X | 10^{-17} | 16.05 |
| Cloruro | $Hg_2 Cl$ | \leftrightarrow | Hg_2^{2+} | $2 Cl^-$ | 1.3 | X | 10^{-18} | 17.88 |
| Cromato | Hg_2CrO_4 | \leftrightarrow | Hg_2^{2+} | CrO_4^{2-} | 2.0 | X | 10^{-9} | 8.70 |
| Cianuro | $Hg_2(CN)_2$ | \leftrightarrow | Hg_2^{2+} | $2 CN^-$ | 5.0 | X | 10^{-40} | 39.30 |
| Hidróxido | $Hg_2(OH)_2$ | \leftrightarrow | Hg_2^{2+} | $2 OH^-$ | 1.8 | X | 10^{-24} | 23.74 |
| Iodato | $Hg_2(IO_3)_2$ | \leftrightarrow | Hg_2^{2+} | $2 IO_3^-$ | 2.0 | X | 10^{-14} | 13.70 |
| Ioduro | Hg_2I_2 | \leftrightarrow | Hg_2^{2+} | $2 I^-$ | 4.5 | X | 10^{-29} | 28.35 |

| | | | | | | | | | |
|----------------------|--|---|-------------------------------|---|---|-----|---|-------------------|-------|
| Sulfato | Hg ₂ SO ₄ | ↔ | Hg ₂ ²⁺ | + | SO ₄ ²⁻ | 7.1 | X | 10 ⁻⁷ | 6.15 |
| Sulfuro | Hg ₂ S | ↔ | Hg ₂ ²⁺ | + | S ²⁻ | 1.0 | X | 10 ⁻⁴⁸ | 48.00 |
| Tiocianato | Hg ₂ (CNS) ₂ | ↔ | Hg ₂ ²⁺ | + | 2 CSN ⁻ | 3.0 | X | 10 ⁻²⁰ | 19.52 |
| MERCURIO (II) | | | | | | | | | |
| Hidróxido | Hg(OH) ₂ | ↔ | Hg ²⁺ | + | 2 OH ⁻ | 3.0 | X | 10 ⁻²⁶ | 25.52 |
| Ioduro | HgI ₂ | ↔ | Hg ²⁺ | + | 2 I ⁻ | 8.8 | X | 10 ⁻¹² | 11.06 |
| Sulfuro | HgS | ↔ | Hg ²⁺ | + | S ²⁻ | 1.6 | X | 10 ⁻⁵⁴ | 53.80 |
| NÍQUEL (II) | | | | | | | | | |
| Carbonato | NiCO ₃ | ↔ | Ni ²⁺ | + | CO ₃ ²⁻ | 6.6 | X | 10 ⁻⁹ | 8.18 |
| Hidróxido | Ni(OH) ₂ | ↔ | Ni ²⁺ | + | 2 OH ⁻ | 6.2 | X | 10 ⁻¹⁶ | 15.21 |
| Sulfuro | NiS | ↔ | Ni ²⁺ | + | S ²⁻ | 3.0 | X | 10 ⁻²¹ | 20.52 |
| PLATA (I) | | | | | | | | | |
| Acetato | Ag CH ₃ COO | ↔ | Ag ⁺ | + | CH ₃ COO ⁻ | 2.3 | X | 10 ⁻³ | 2.64 |
| Arseniato | Ag ₃ (AsO ₄) ₃ | ↔ | 3 Ag ⁺ | + | AsO ₄ ³⁻ | 1.0 | X | 10 ⁻²³ | 23.00 |
| Bromato | AgBrO ₃ | ↔ | Ag ⁺ | + | BrO ₃ ⁻ | 5.5 | X | 10 ⁻⁵ | 4.26 |
| Bromuro | AgBr | ↔ | Ag ⁺ | + | Br ⁻ | 5.0 | X | 10 ⁻¹³ | 12.30 |
| Carbonato | Ag ₂ CO ₃ | ↔ | 2 Ag ⁺ | + | CO ₃ ²⁻ | 8.1 | X | 10 ⁻¹² | 11.09 |
| Cloruro | AgCl | ↔ | Ag ⁺ | + | Cl ⁻ | 1.8 | X | 10 ⁻¹⁰ | 9.75 |
| Cromato | Ag ₂ CrO ₄ | ↔ | 2 Ag ⁺ | + | CrO ₄ ²⁻ | 1.3 | X | 10 ⁻¹² | 11.89 |
| Cianuro | AgCN | ↔ | Ag ⁺ | + | CN ⁻ | 1.6 | X | 10 ⁻¹⁴ | 13.80 |
| Hidróxido | AgOH | ↔ | Ag ⁺ | + | OH ⁻ | 2.6 | X | 10 ⁻⁸ | 7.59 |
| Iodato | AgIO ₃ | ↔ | Ag ⁺ | + | IO ₃ ⁻ | 3.1 | X | 10 ⁻⁸ | 7.51 |
| Ioduro | AgI | ↔ | Ag ⁺ | + | I ⁻ | 8.3 | X | 10 ⁻¹⁷ | 16.08 |
| Nitrito | AgNO ₂ | ↔ | Ag ⁺ | + | NO ₂ ⁻ | 1.6 | X | 10 ⁻⁴ | 3.80 |
| Oxalato | Ag ₂ C ₂ O ₄ | ↔ | 2 Ag ⁺ | + | C ₂ O ₄ ²⁻ | 1.1 | X | 10 ⁻¹¹ | 10.96 |
| Fosfato | Ag ₃ PO ₄ | ↔ | 3 Ag ⁺ | + | PO ₄ ³⁻ | 1.3 | X | 10 ⁻²⁰ | 19.89 |
| Sulfato | Ag ₂ SO ₄ | ↔ | 2 Ag ⁺ | + | SO ₄ ²⁻ | 1.7 | X | 10 ⁻⁵ | 4.77 |

| | | | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|---|-----------------------------|------|---|------------|-------|
| Sulfuro | Ag_2S | \leftrightarrow | 2Ag^+ | + | S^{2-} | 3.3 | X | 10^{-52} | 51.48 |
| Tiocianato | AgCNS | \leftrightarrow | Ag^+ | + | CNS^- | 1.0 | X | 10^{-12} | 12.00 |
| ESTRONCIO (II) | | | | | | | | | |
| Arseniato | $\text{Sr}_3(\text{AsO}_4)_{4/2}$ | \leftrightarrow | 3Sr^{2+} | + | 2AsO_4^{3-} | 1.0 | X | 10^{-18} | 18.00 |
| Carbonato | SrCO_3 | \leftrightarrow | Sr^{2+} | + | CO_3^{2-} | 1.1 | X | 10^{-10} | 9.96 |
| Cromato | SrCrO_4 | \leftrightarrow | Sr^{2+} | + | CrO_4^{2-} | 3.6 | X | 10^{-5} | 4.44 |
| Fluoruro | SrF_2 | \leftrightarrow | Sr^{2+} | + | 2F^- | 2.5 | X | 10^{-9} | 8.61 |
| Iodato | $\text{Sr}(\text{IO}_3)_2$ | \leftrightarrow | Sr^{2+} | + | 2IO_3^- | 3.3 | X | 10^{-7} | 6.48 |
| Oxalato | SrC_2O_4 | \leftrightarrow | Sr^{2+} | + | $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ | 5.6 | X | 10^{-10} | 9.25 |
| Fosfato | $\text{Sr}_3(\text{PO}_4)_{4/2}$ | \leftrightarrow | 3Sr^{2+} | + | 2PO_4^{3-} | 1.0 | X | 10^{-31} | 31.00 |
| Sulfato | SrSO_4 | \leftrightarrow | Sr^{2+} | + | SO_4^{2-} | 3.2 | X | 10^{-7} | 6.49 |
| TALIO (I) | | | | | | | | | |
| Bromuro | TlBr | \leftrightarrow | Tl^+ | + | Br^- | 3.90 | X | 10^{-6} | 5.41 |
| Cloruro | TlCl | \leftrightarrow | Tl^+ | + | Cl^- | 1.70 | X | 10^{-4} | 3.76 |
| Iodato | TlIO_3 | \leftrightarrow | Tl^+ | + | IO_3^- | 3.10 | X | 10^{-6} | 5.51 |
| Ioduro | TlI | \leftrightarrow | Tl^+ | + | I^- | 6.50 | X | 10^{-8} | 7.19 |
| Sulfuro | Tl_2S | \leftrightarrow | 2Tl^+ | + | S^{2-} | 1.00 | X | 10^{-21} | 21.00 |
| TALIO (III) | | | | | | | | | |
| Hidróxido | $\text{Tl}(\text{OH})_3$ | \leftrightarrow | Tl^{+3} | + | 3OH^- | 6.30 | X | 10^{-46} | 45.20 |
| ESTAÑO (II) | | | | | | | | | |
| Hidróxido | $\text{Sn}(\text{OH})_2$ | \leftrightarrow | Sn^{2+} | + | 2OH^- | 3.20 | X | 10^{-26} | 25.50 |
| Sulfuro | SnS | \leftrightarrow | Sn^{2+} | + | S^{2-} | 1.00 | X | 10^{-26} | 26.00 |
| ZINC (II) | | | | | | | | | |
| Arseniato | $\text{Zn}_3(\text{AsO}_4)_{4/2}$ | \leftrightarrow | 3Zn^{2+} | + | 2AsO_4^{3-} | 1.30 | X | 10^{-28} | 27.89 |
| Carbonato | ZnCO_3 | \leftrightarrow | Zn^{2+} | + | CO_3^{2-} | 2.11 | X | 10^{-11} | 10.68 |

| | | | | | | | | | |
|-----------|----------------|-------------------|-------------|---|---------------|------|---|------------|-------|
| Hidróxido | $Zn(OH)_2$ | \leftrightarrow | Zn^{2+} | + | $2 OH^-$ | 3.30 | x | 10^{-17} | 16.48 |
| Fosfato | $Zn_3(PO_4)_2$ | \leftrightarrow | $3 Zn^{2+}$ | + | $2 PO_4^{3-}$ | 1.00 | x | 10^{-32} | 32.00 |
| Sulfuro | ZnS | \leftrightarrow | Zn^{2+} | + | S^{2-} | 8.00 | x | 10^{-25} | 24.10 |

Ayres, Frank. Análisis químico cuantitativo, Harla, México, 1970, pp 697, Apéndice I.
 Dean, John A. Lange Manual de Química, 13 a., McGraw Hill, 1989, pp 5-8, Tomo II.

ANEXO 10. CONSTANTE DEL PRODUCTO IÓNICO DEL AGUA EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

| TEMPERATURA | K _w | pK _w |
|-------------|----------------|-----------------|
| 0 | 1.13763 E-15 | 14.9440 |
| 5 | 1.84502 E-15 | 14.7340 |
| 10 | 2.91743 E-15 | 14.5350 |
| 15 | 4.50817 E-15 | 14.3460 |
| 20 | 6.80769 E-15 | 14.1670 |
| 25 | 1.00693 E-14 | 13.9970 |
| 30 | 1.46893 E-14 | 13.8330 |
| 35 | 2.0893 E-14 | 13.6800 |
| 40 | 2.91743 E-14 | 13.5350 |
| 45 | 4.01791 E-14 | 13.3960 |
| 50 | 5.47016 E-14 | 13.2620 |
| 55 | 7.29458 E-14 | 13.1370 |
| 60 | 9.61612 E-14 | 13.0170 |
| 65 | 1.23595 E-13 | 12.9080 |
| 70 | 1.58489 E-13 | 12.8000 |
| 75 | 1.99986 E-13 | 12.6990 |
| 80 | 2.52348 E-13 | 12.5980 |
| 85 | 3.0903 E-13 | 12.5100 |
| 90 | 3.78443 E-13 | 12.4220 |
| 95 | 4.56037 E-13 | 12.3410 |
| 100 | 5.50808 E-13 | 12.2590 |
| 110 | 7.4817 E-13 | 12.1260 |
| 120 | 9.95405 E-13 | 12.0020 |
| 130 | 1.2388 E-12 | 11.9070 |

Anexo 11. Constantes de ionización de indicadores ácido-base

| NOMBRE USUAL | NOMBRE QUIMICO | pK_{IND}^A | INTERVALO DE PH | COLOR ÁCIDO | COLOR BÁSICO |
|--------------------------------|--|--------------|-----------------|-------------|-------------------|
| Violeta de metilo | | | 0.0-1.6 | Amarillo | Violeta |
| Rojo de cresol ^b | o-cresolsulfoltaleína | | 0.2-1.8 | Rojo | Amarillo |
| Púrpura de cresol | | 1.51 | 1.2-2.8 | Rojo | Amarillo |
| Azul de timol ^b | Timolsulfoltaleína | 1.6 | 1.2-2.8 | Rojo | Amarillo |
| Tropeolina 00 | Difenilamino p-benceno sulfonato sódico | 1.65 | 1.3-3.0 | Rojo | Amarillo |
| Eritrosina, disodica | | | 2.2-3.3.6 | Naranja | Rojo |
| Amarillo de metilo | Dimetilaminoazobenceno | 3.3 | 2.8-4.0 | Rojo | Amarillo |
| Naranja de etilo | | 3.46 | 3.4-4.8 | Rojo | Amarillo |
| Azul bromofenol | Tetrabromofenolsulfoltaleína | 3.8 | 3.0-4.6 | Amarillo | Púrpúreo |
| Anaranjado de metilo | Dimetilazobencenoazobenceno sulfonato sódico | 3.5 | 3.1-4.4 | Rojo | Amarillo |
| Rojo congo | Ácido difenil-diazo- α -naftilamina-4-sulfónico | | 3.5-5 | Violeta | Rojo |
| Verde de bromocresol | Tetrabromofenol m-cresolsulfoltaleína | 4.7 | 3.8-5.4 | Amarillo | Azul |
| Rojo de metilo | Dimetilazobencenoazobenceno carbonato sódico | 5.0 | 4.2-6.2 | Rojo | Amarillo |
| Tornasol | | | 5.0-8.0 | Rojo | Azul |
| p-nitrofenol | | 7.15 | 5.6-7.6 | Incoloro | Amarillo |
| Rojo de clorofenol | Diclorosulfoltaleína | 6.0 | 4.8-6.4 | Amarillo | Rojo |
| Púrpura de bromocresol | Dibromo o-cresolsulfoltaleína | 6.1 | 5.2-6.8 | Amarillo | Púrpura |
| Rojo neutro | Dimetildiamino tolufenazina | | 6.8-8 | Rojo | Amarillo café |
| Rojo de fenol | Fenolsulfonftaleína | 8.0 | 6.8-8.4 | Amarillo | Rojo |
| Azul de bromotimol | Dibromotimolsulfoltaleína | 7.1 | 6.0-7.6 | Amarillo | Azul |
| α -Naftoltaleína | | | 7.3-8.7 | Rosa | Verde |
| Rojo de fenol | Fenolsulfoltaleína | 7.8 | 6.4-8.0 | Amarillo | Rojo |
| Rojo neutro | Cloruro de dimetil-diaminofenacina | 6.8 | 6.8-8.0 | Rojo | Pardo amarillento |
| Rojo de cresol ^c | o-cresolsulfoltaleína | 8.1 | 7.2-8.8 | Amarillo | Rojo |
| Púrpura de cresol ^c | m-cresolsulfoltaleína | 8.3 | 7.4-9.0 | Amarillo | Púrpúreo |
| Azul de timol ^c | Timolsulfoltaleína | 8.9 | 8.0-9.6 | Amarillo | Azul |
| nd. de luck | 1,2,3 xilenoltalena | | 8.9-10.2 | Incoloro | Azul |
| Fenoltaleína | Fenoltaleína | 9.3 | 8.0-9.8 | Incoloro | Rojo violeta |
| Timoltaleína | Timoltaleína | | 9.3-10.5 | Incoloro | Azul |
| Amarillo de alizarina | p-nitroanilina azosalicilado sódico | | 10.1-12 | Amarillo | Violeta |
| Nitramina | 2,4,6 trinitrofenilmetil-nitroamina | | 11-13 | Incoloro | Naranja |
| Tropeolina 0 | Ácido resorcin azo-p-bencensulfónico | | 11.1-12.7 | Amarillo | Naranja |

Anexo 12. Constantes de ionización de ácidos débiles

| ÁCIDO | EQUILIBRIO | | | K _A | | pK _A | |
|-----------|------------|--|--|----------------|---|-------------------|-------|
| | | | | | | | |
| | (*) | | | | | | |
| Acético | | CH ₃ COOH | ↔ H ⁺ + CH ₃ COO ⁻ | 1.8 | X | 10 ⁻⁵ | 4.74 |
| Arsénico | (1) | H ₃ AsO ₄ | ↔ H ⁺ + H ₂ AsO ₄ ⁻ | 6.0 | X | 10 ⁻³ | 2.20 |
| | (2) | H ₂ AsO ₄ ⁻ | ↔ H ⁺ + HAsO ₄ ⁻² | 1.1 | X | 10 ⁻⁷ | 6.98 |
| Arsenioso | (3) | HAsO ₄ ⁻² | ↔ H ⁺ + AsO ₄ ⁻³ | 3.0 | X | 10 ⁻¹² | 11.53 |
| | | HAsO ₂ | ↔ H ⁺ + AsO ₂ ⁻ | 6.0 | X | 10 ⁻¹⁰ | 9.20 |
| Benzoico | | C ₆ H ₅ COOH | ↔ H ⁺ + C ₆ H ₅ COO ⁻ | 6.6 | X | 10 ⁻⁵ | 4.18 |
| Bórico | | HBO ₂ | ↔ H ⁺ + BO ₂ ⁻ | 6.0 | X | 10 ⁻¹⁰ | 9.22 |
| Carbónico | (1) | H ₂ CO ₃ | ↔ H ⁺ + HCO ₃ ⁻ | 4.6 | X | 10 ⁻⁷ | 6.34 |
| | (2) | HCO ₃ ⁻ | ↔ H ⁺ + CO ₃ ⁻² | 5.6 | X | 10 ⁻¹¹ | 10.25 |
| Cítrico | (1) | C ₃ H ₅ O(COO) ₃ H ₃ | ↔ H ⁺ + C ₃ H ₅ O(COO) ₃ H ₂ ⁻ | 8.3 | X | 10 ⁻⁴ | 3.08 |
| | (2) | C ₃ H ₅ O(COO) ₃ H ₂ | ↔ H ⁺ + C ₃ H ₅ O(COO) ₃ H ⁻² | 2.2 | X | 10 ⁻⁵ | 4.66 |
| | (3) | C ₃ H ₅ O(COO) ₃ H | ↔ H ⁺ + C ₃ H ₅ O(COO) ₃ ⁻³ | 4.0 | X | 10 ⁻⁷ | 6.40 |
| Ciánico | | HCNO | ↔ H ⁺ + CNO ⁻ | 2.2 | X | 10 ⁻⁴ | 3.66 |
| EDTA | (1) | H ₄ Y | ↔ H ⁺ + H ₃ Y ⁻ | 1.0 | X | 10 ⁻² | 2.00 |
| | (2) | H ₃ Y ⁻ | ↔ H ⁺ + H ₂ Y ⁻² | 2.1 | X | 10 ⁻³ | 2.67 |
| | (3) | H ₂ Y ⁻² | ↔ H ⁺ + HY ⁻³ | 6.9 | X | 10 ⁻⁷ | 6.16 |
| | (4) | HY ⁻³ | ↔ H ⁺ + Y ⁻⁴ | 5.5 | X | 10 ⁻¹¹ | 10.26 |
| Fórmico | | HCOOH | ↔ H ⁺ + HCOO ⁻ | 1.7 | X | 10 ⁻⁴ | 3.77 |
| Fosfórico | (1) | H ₃ PO ₄ | ↔ H ⁺ + H ₂ PO ₄ ⁻ | 7.5 | X | 10 ⁻³ | 2.12 |
| | (2) | H ₂ PO ₄ ⁻ | ↔ H ⁺ + HPO ₄ ⁻² | 6.2 | X | 10 ⁻⁸ | 7.21 |
| | (3) | HPO ₄ ⁻² | ↔ H ⁺ + PO ₄ ⁻³ | 4.7 | X | 10 ⁻¹³ | 12.33 |
| Fumárico | (1) | H ₂ C(COO) ₂ H ₂ | ↔ H ⁺ + H ₂ C(COO) ₂ H ⁻ | 9.6 | X | 10 ⁻⁴ | 3.02 |
| | (2) | H ₂ C(COO) ₂ H | ↔ H ⁺ + H ₂ C(COO) ₂ ⁻² | 4.1 | X | 10 ⁻⁵ | 4.39 |

| | | | | | | | | | | | |
|--------------|-----|---|-------------------|----------------|---|---|--|-----|---|-------------------|-------|
| Cianhídrico | | HCN | \leftrightarrow | H ⁺ | + | CN ⁻ | | 4.9 | X | 10 ⁻¹⁰ | 9.31 |
| Fluorhídrico | | HF | \leftrightarrow | H ⁺ | + | F ⁻ | | 2.4 | X | 10 ⁻⁴ | 3.62 |
| Sulfhídrico | | H ₂ S | \leftrightarrow | H ⁺ | + | HS ⁻ | | 1.0 | X | 10 ⁻⁷ | 7.00 |
| | | HS ⁻ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | S ²⁻ | | 1.2 | X | 10 ⁻¹³ | 12.92 |
| Hipobromoso | | HBrO | \leftrightarrow | H ⁺ | + | BrO ⁻ | | 2.5 | X | 10 ⁻⁹ | 8.60 |
| Hipocloroso | | HClO | \leftrightarrow | H ⁺ | + | ClO ⁻ | | 3.0 | X | 10 ⁻⁸ | 7.53 |
| Hipoyodoso | | HIO | \leftrightarrow | H ⁺ | + | IO ⁻ | | 5.0 | X | 10 ⁻¹³ | 12.30 |
| Málico | (1) | H ₂ CO(COO) ₃ H ₃ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | H ₂ CO(COO) ₃ H ₂ ⁻ | | 3.5 | X | 10 ⁻⁴ | 3.46 |
| | (2) | H ₂ CO(COO) ₃ H ₂ ⁻ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | H ₂ CO(COO) ₃ H ²⁻ | | 8.9 | X | 10 ⁻⁶ | 5.05 |
| Nitroso | | HNO ₂ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | NO ₂ ⁻ | | 5.1 | X | 10 ⁻⁴ | 3.29 |
| Oxálico | (1) | H ₂ CO ₄ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | HCO ₄ ⁻ | | 5.6 | X | 10 ⁻² | 1.25 |
| | (2) | HCO ₄ ⁻ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | CO ₄ ²⁻ | | 5.2 | X | 10 ⁻⁵ | 4.28 |
| Fenol | | C ₆ H ₅ O H | \leftrightarrow | H ⁺ | + | C ₆ H ₅ O ⁻ | | 1.3 | X | 10 ⁻¹⁰ | 9.89 |
| Ftálico | (1) | H ₄ C(COO) ₂ H ₂ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | H ₄ C(COO) ₂ H ⁻ | | 8.0 | X | 10 ⁻⁴ | 3.10 |
| | (2) | H ₄ C(COO) ₂ H ⁻ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | H ₄ C(COO) ₂ ²⁻ | | 4.0 | X | 10 ⁻⁶ | 5.40 |
| Succínico | (1) | H ₄ C(COO) ₂ H ₂ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | H ₄ C(COO) ₂ H ⁻ | | 6.5 | X | 10 ⁻⁵ | 4.19 |
| | (2) | H ₄ C(COO) ₂ H ⁻ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | H ₄ C(COO) ₂ ²⁻ | | 3.3 | X | 10 ⁻⁶ | 5.48 |
| Sulfuroso | (1) | H ₂ SO ₃ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | HSO ₃ ⁻ | | 1.3 | X | 10 ⁻² | 1.89 |
| | (2) | HSO ₃ ⁻ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | SO ₃ ²⁻ | | 6.3 | X | 10 ⁻⁸ | 7.20 |
| Tartárico | (1) | H ₃ C(COO) ₃ H ₃ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | H ₃ C(COO) ₃ H ₂ ⁻ | | 3.0 | X | 10 ⁻³ | 2.52 |
| | (2) | H ₃ C(COO) ₃ H ₂ ⁻ | \leftrightarrow | H ⁺ | + | H ₃ C(COO) ₃ H ²⁻ | | 6.9 | X | 10 ⁻⁵ | 4.16 |

Ayres, Frank. Análisis químico cuantitativo, Harla, México, 1970, pp 697, Apéndice II

(*) Sustancias que presentan más de una fase de ionización.

Anexo 13. Constantes de ionización de bases débiles

| BASE | EQUILIBRIO | | | KB | | PKB |
|-----------------------|---|-------------------|--|-----|---|---------------------|
| | | | | | | |
| Amoníaco (a) | $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + \text{NH}_4^+$ | 1.8 | X | 10^{-5} 4.74 |
| Anilina (b) | $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$ | 4.6 | X | 10^{-10} 9.34 |
| Etilamina | $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+$ | 5.6 | X | 10^{-4} 3.25 |
| Hidracina (c) | $\text{N}_2\text{H}_4 + \text{H}_2\text{O}$ | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + \text{N}_2\text{H}_5^+$ | 3 | X | 10^{-6} 5.5 |
| Hidroxilamina | NH_2OH | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + \text{NH}_2^+$ | 6.6 | X | 10^{-9} 8.18 |
| Metilamina | $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + \text{CH}_3\text{NH}_3^+$ | 5 | X | 10^{-4} 3.3 |
| α -naftilamina | $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + \text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_3^+$ | 9.9 | X | 10^{-11} 10.01 |
| β -naftilamina | $\text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + \text{C}_{10}\text{H}_7\text{NH}_3^+$ | 2 | X | 10^{-10} 9.70 |
| Fenilhidracina | $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O}$ | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + \text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$ | 1.6 | X | 10^{-9} 8.80 |
| Piridina | $\text{C}_5\text{H}_5\text{N} + \text{H}_2\text{O}$ | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + \text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$ | 2.3 | X | 10^{-9} 8.64 |
| Quinoléina | $\text{C}_9\text{H}_7\text{N} + \text{H}_2\text{O}$ | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + \text{C}_9\text{H}_7\text{NH}^+$ | 1 | X | 10^{-9} 9.0 |
| Trietanolamina | $(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N} + \text{H}_2\text{O}$ | \leftrightarrow | $\text{OH}^- + (\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{NH}^+$ | 2.6 | X | 10^{-4} 3.58 |

Ayres, Frank. Análisis químico cuantitativo, Harla, México, 1970, pp 697, Apéndice III

(a) El hidróxido de amonio es una disolución acuosa de amoniaco; el equilibrio de ionización se escribe normalmente $\text{NH}_4\text{OH} \leftrightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$.

(b) Las aminas orgánicas pueden considerarse como amoniaco en el que el hidrogeno se ha remplazado por un radical orgánico. Por ejemplo, la anilina (fenilamina) puede considerarse formada por las sustitución de un grupo de hidrogeno por el grupo C_6H_5 . Por analogía con el amoniaco, puede considerarse que la amina orgánica forma "hidróxido de anilinio" o "hidróxido de fenilaminio", que esta débilmente ionizado dando iones anilinio (fenilaminio) e hidroxilo. Lo mismo sucede con las demás aminas orgánicas.

(c) La hidracina puede considerarse derivada del NH_3 por sustitución de un átomo de hidrogeno por el grupo NH_2 , dando $\text{NH}_2\text{-NH}_2$.

Anexo 14. Listado de reactivos analíticos

| EQUILIBRIO QUÍMICO | | |
|--|--|------------------------------|
| NH_4SCN | Tiocianato de amonio | RA (97.5 %) |
| NH_4Cl | Cloruro de amonio | RA (99.5 %) |
| $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | Cloruro de hierro (III) hexahidratado | RA (97 – 102 %) |
| AgNO_3 | Nitrato de plata | RA (99 %) |
| $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ | Sulfato de hierro (III) n.hidratado | RA (73 %) |
| $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | Sulfato de hierro (II) heptahidratado | RA (99 %) |
| PbCl_2 | Cloruro de plomo (II) | RA (99 %) |
| NaCl | Cloruro de sodio | Grado comercial |
| HCl | Ácido clorhídrico | RA (37 – 38 % D = 1.19 g/mL) |
| $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ | Hexacianoferrato (III) de potasio trihidratado | RA (99 – 102 %) |
| $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ | Hexacianoferrato (II) de potasio anhidro | RA (99 %) |
| KI | Yoduro de potasio | RA (99 %) |

| EQUILIBRIO ÁCIDO-BASE | | |
|---|--------------------------------------|-------------------------------|
| HCl | Ácido clorhídrico | RA (37 – 38 % D = 1.19 g/mL) |
| H_2SO_4 | Ácido sulfúrico | RA (95 – 98 %, D = 1.84 g/mL) |
| HNO_3 | Ácido nítrico | RA (69 – 70 %, d = 1.42 g/mL) |
| CH_3COOH | Ácido acético glacial | RA (99 %) |
| NaOH | Hidróxido de sodio | RA (97 %) |
| KOH | Hidróxido de potasio | RA (99.6 %) |
| NH_4OH | Hidróxido de amonio | RA (30 – 33 % D = 0.88 g/mL) |
| Na_2CO_3 | Carbonato de sodio | RA (99.6 % PP) |
| $\text{KOOC-C}_6\text{H}_4\text{-COOH}$ | Biftalato de potasio | (RA 99.97 % PP) |
| Fenolftaleína | (Solución en etanol al 1%) | |
| Rojo de Metilo | (Solución acuosa alcalina al 0.04 %) | |
| Anaranjado de metilo | (Solución acuosa 0.1 %) | |
| Azul de bromotimol | (Solución acuosa alcalina al 0.04 %) | |
| Azul de timol | | |

| CINÉTICA QUÍMICA | | |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ | Persulfato de potasio | RA (99 %) |
| KIO_3 | Yodato de potasio | RA (99.4 – 100.4% PP) |
| KI | Yoduro de potasio | RA (99 %) |
| H_2SO_4 | Ácido sulfúrico | RA (95 – 98 %, D = 1.84 g/mL) |

| | | |
|---|-------------------------|-----------------|
| $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | Tiosulfato de sodio | RA (99.5 %) |
| | Almidón soluble | Grado ACS |
| H_2O_2 | Agua oxigenada | Grado comercial |
| MnO_2 | Dióxido de manganeso | RA (99 %) |
| KMnO_4 | Permanganato de potasio | RA (99 %) |
| NaOOC-COONa | Oxalato de sodio | RA (99.8 % PP) |

Anexo 15. Guía didáctica

Para resolver el problema 1 se sugieren las siguientes actividades:

- 1.0.0. Mezcla 3 ml de NH_4SCN 0.1 M con 1 ml de FeCl_3 0.1 M y anota tus observaciones.
- 1.0.1. Escribe la ecuación que representa la reacción anterior, asumiendo que se trata de una reacción de doble sustitución.
- 1.0.2. ¿Puedes decir si reaccionan en su totalidad los reactivos para formar los productos? Para fundamentar tu respuesta de cuáles conceptos te servirías.
- 1.0.3. En términos de la estequiometría de la reacción, ¿puedes contestar la pregunta anterior? Explica tu respuesta.
- 1.0.4. ¿Cuántos ml de solución de NH_4SCN 0.1 M se requieren para que reaccionen en su totalidad el FeCl_3 ? Es importante que presentes los cálculos químicos correspondientes.
- 1.0.5. Elabora un procedimiento para verificar que en la reacción que efectuaste se formaron los productos que propusiste. Diseña una tabla para colocar los resultados.
- 1.1.0. Para contrastar la respuesta de 1.0.3, se propone el siguiente experimento: añade 100 ml de agua a la mezcla obtenida, según 1.0.0 y repártela en 4 vasos de precipitados. Deja el contenido de uno de los vasos como testigo. Diseña una tabla para colocar los resultados siguientes.
 - 1.1.1. Añade 1 ml de solución 0.1 M de FeCl_3 al vaso 2 y anota tus observaciones.
 - 1.1.2. Añade 1 ml de NH_4SCN 0.1 M al contenido del vaso 3 y anota tus observaciones.

- 1.1.3. Añade 1 ml de NH_4Cl 1M al contenido del vaso 4 y anota tus observaciones.
- 1.1.4. Posteriormente, enfría y calienta el contenido de los vasos. Anota tus observaciones. ¿Qué sucede cuando se enfrían las disoluciones? ¿Qué sucede cuando se calientan las disoluciones?
- 1.2.0. Analiza los resultados que obtuviste desde 1.1.1 a 1.1.3. Contrástalos sobre la respuesta que diste a los incisos 1.0.2 y 1.0.3. Anota tus inferencias. Utiliza las evidencias teóricas y experimentales para explicar lo sucedido.
- 1.2.1. Sugiere un procedimiento para comprobar experimentalmente la respuesta del punto anterior.
- 1.2.2. Consulta en la bibliografía el principio de Le Chatelier y asócialo con la experimentación que acabas de realizar.
- 1.2.3. Elabora una síntesis de tus observaciones.
- 1.3.0. Elabora un modelo que explique el comportamiento observado. Entrégalo a tu profesor en hojas adicionales.
- 1.3.1. Explica si puede existir algún tipo de equilibrio entre reactivos y productos.
- 1.3.2. En caso de existir tal equilibrio, indica si es estático o dinámico. Fundamenta tu respuesta.
- 1.3.3. Investiga en la bibliografía qué se entiende por "Ley de acción de masas" y refiérela a la reacción en estudio.
- 1.3.4. Expresa el equilibrio de la reacción estudiada mediante un modelo matemático.

Ciencia Básica II
(Manual para Q, IQ, QI, IA)

Tomando como base una propuesta de corte constructivista, basada en objetivos cognitivos o declarativos, procedimentales y actitudinales, el presente manual está elaborado con el propósito de que el alumno aprenda a interpretar los hechos; a utilizar los instrumentos de medición e incluso a construirlos, ajustarlos y tomar las precauciones necesarias para su manejo. En esta tarea, destaca el papel de registrador, quien capta y anota las variaciones de un valor, colecciona medidas, registra adecuadamente valores de variables independientes y de las correspondientes variables dependientes; controla e identifica variables que deban permanecer constantes; elabora gráficas y traduce los datos en ellas; elabora modelos matemáticos, entre otras actividades que también favorecen el desarrollo metodológico adecuado para la realización e integración de contenidos teórico experimentales.

colección: manuales de ciencias biológicas, químicas y de la salud

