

IPN
UPIICSA
ACADEMIAS DEL LABORATORIO DE QUÍMICA

PROCESOS INDUSTRIALES
MANUAL DE LABORATORIO

ELABORADO POR: Biól. Margarita Cruz Valderrama
Biól. María Esther González Reyes
Ing. Raúl del Castillo Jaime
Ing. Rubén Castillo López
Biol. Lilia Hernández Reyes
Ing. Roberto Jiménez Castellanos
Ing. José Manuel Juárez Calderón

ACTUALIZACIÓN: I.Q. León Felipe Mota Tapia

JULIO DE 2018

TABLA DE CONTENIDO

REGLAMENTO DE LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA	3
PRESENTACIÓN	6
PRÁCTICA #1: Manejo de Equipo y Material de Laboratorio y Principales Normas de Seguridad	9
PRÁCTICA #2: Operaciones Unitarias. Parte I	17
PRÁCTICA #3: Operaciones Unitarias. Parte II	25
PRÁCTICAS #4: Técnicas de Control de Calidad. Parte I y II	30
PRÁCTICA #5: Estequiometría	40
PRÁCTICA #6: Elaboración de un jabón de tocador	45

REGLAMENTO DE LOS LABORATORIOS DE QUÍMICA

I. INTEGRACIÓN DE LOS GRUPOS.

- 1) Solo tendrán derecho a calificación definitiva los alumnos inscritos oficialmente y que cursen el laboratorio en la secuencia desde el inicio del semestre.
- 2) En los grupos de laboratorio se integrarán equipos con 5 alumnos cada uno.
- 3) Si algún alumno no aparece en actas cuando éstas se entreguen, deberán pasar a la Subdirección Escolar para aclarar su situación.

II. HIGIENE Y SEGURIDAD

- 1) Es requisito que los alumnos cuenten con el manual desde el inicio de las prácticas.
- 2) Los alumnos deberán obedecer las disposiciones de higiene y seguridad que indique el profesor.
- 3) El profesor tendrá la obligación de dar orientación a los alumnos para el manejo de sustancias y de equipo para evitar accidentes que puedan afectar a los usuarios.
- 4) Con el propósito de mantener limpio el laboratorio, cada equipo de los que integran el grupo deberá traer franela, así como también una ración de detergente y estropajo, para entregar el material limpio y seco al almacén.
- 5) Es obligatorio el uso de la bata (blanca, manga larga, talle largo y de algodón) dentro del laboratorio, cuando se lleve a cabo la sesión experimental. Al alumno que no cumpla esta disposición no se le permitirá el acceso al laboratorio.
- 6) Cuando el comportamiento del alumno dentro del laboratorio ponga en riesgo la seguridad del grupo, el profesor podrá expulsarlo de la sesión.

III. CLASES

- 1) Las clases de laboratorio se iniciarán con los horarios programados.
- 2) Todos los alumnos deberán presentarse con su instructivo de prácticas desde la primera práctica de laboratorio.
- 3) La tolerancia de entrada a cada clase será de 15 minutos.
- 4) El profesor deberá utilizar las 2 horas disponibles para cada sesión y no suprimir sesiones teóricas cuando se tengan programadas.
- 5) No se le permite al alumno presentar prácticas con otro grupo, aunque sea el mismo profesor quien atienda el grupo propuesto.
- 6) El profesor no realizará 2 prácticas en una sesión experimental.
- 7) No se permite fumar en ninguna de las áreas de los laboratorios.

IV. LOGÍSTICA Y OPERACIÓN DE LOS LABORATORIOS

- 1) Los profesores encargados de atender al grupo deberán ser los primeros en entrar al laboratorio, lo que implica que los alumnos no podrán tener acceso a las instalaciones en tanto su profesor no llegue. El grupo deberá esperar fuera del laboratorio hasta su llegada, por lo tanto, tendrán acceso únicamente con la autorización y presencia del profesor.
- 2) El profesor titular del grupo deberá supervisar el trabajo de sus alumnos para evitar el uso inadecuado tanto de instalaciones como de equipo, material de trabajo y manejo adecuado de sustancias y residuos químicos.
- 3) Los bancos son exclusivos de los laboratorios de Química ya que están asignados y rotulados 20 para cada laboratorio. No se permite que otros alumnos se los lleven a otro laboratorio aún del área de Química y mucho menos al área de Física. El día de trabajo experimental los bancos tendrán que ser colocados al fondo del laboratorio para evitar accidentes.

- 4) El material de trabajo proporcionado en el almacén para realizar su práctica experimental, tendrá que ser revisado por el alumno, deberá estar completo y en perfecto estado. En las tarjas laterales deberá lavarse el material antes y después de su uso en las experimentaciones. Los desechos líquidos deberán ser tratados antes de eliminarlos en el drenaje.
- 5) En las tarjas de las mesas de trabajo no deberá lavarse ningún material y no deberán utilizarse para desechar sustancia alguna (leche, suero, jabón, resina, jugo de naranja, etc.) solo se utilizarán para el desalojo del AGUA de enfriamiento en los refrigerantes utilizada en las diferentes prácticas que así lo requieran.
- 6) Todo desecho que no sea líquido, deberá ser depositado en una bolsa exclusiva para basura, que los alumnos deben tener disponible para tal fin, debiendo al finalizar la sesión, cerrarla y llevársela para tirarla en algún depósito exterior del laboratorio, no debiendo dejar ningún tipo de basura proveniente de su trabajo en el laboratorio ni en el piso, ni en las mesas, ni en las tarjas. Los botes que se encuentran en los laboratorios serán únicamente para papeles o basura que no sean desechos de las prácticas. Se solicita que para protección de las mesas que han sido pulidas y abrigantadas, sean cubiertas con papel periódico cuando se maneje resina.
- 7) No deberán dejarse en “almacenamiento” ni en las gavetas y mucho menos en algún área del laboratorio ningún tipo de productos, sustancias o trabajos obtenidos como resultado de las diversas experimentaciones, cada alumno deberá retirarse llevando consigo sus productos, subproductos y/o trabajos realizados en el laboratorio. Así mismo deberá llevarse cualquier materia prima que haya sobrado en su experimentación, no debiendo dejar en lo absoluto material de ninguna especie. El profesor verificará que esto no ocurra y hará conciencia en sus alumnos de esta disposición.
- 8) Una vez terminada la clase el profesor deberá asegurarse junto con sus alumnos, que el laboratorio ha quedado en condiciones de uso adecuado para el siguiente grupo, revisando que las mesas estén limpias y secas, de igual forma verificará que las estufas, campanas de extracción, ventiladores de aire y bomba de vacío en caso de ser utilizadas sean desconectadas y apagadas. El profesor será el último en salir, procediendo a dejar cerrado el laboratorio.
- 9) En lo posible y si se da el caso, el profesor que termina su clase podrá entregar la instalación personalmente al siguiente profesor, si este ya se encuentra presente. Esto ayudará a una mejor coordinación en el uso de las instalaciones.
- 10) Al entrar al laboratorio el profesor deberá hacer una revisión rápida del buen estado del laboratorio para proceder a su uso. En caso de que exista alguna anomalía deberá elaborar un breve reporte que indique cual es la(s) anomalía(s) observada(s) para que se hagan las recomendaciones pertinentes a quien corresponda, a fin de mejorar el cuidado y buen estado de las instalaciones, así como para cooperar en la buena organización y funcionamiento de los laboratorios.

V. MATERIAL

- 1) Al inicio de cada práctica los alumnos solicitarán su equipo al almacén mediante un vale, previa entrega de su credencial de la UPIICSA actualizada.
- 2) Las personas que usen el material, se hacen responsables del cuidado y buen uso del mismo. to en los refrigerantes utilizada en las diferentes prácticas que así lo requieran.
- 3) El personal del almacén deberá entregar el equipo limpio y en buenas condiciones.
- 4) Al terminar la sesión experimental los alumnos deberán entregar el equipo/material limpio y seco.
- 5) El profesor deberá supervisar y vigilar la entrega de reactivos peligrosos.
- 6) Podrán retirarse los alumnos cuando el almacenista haya recibido de conformidad el equipo.
- 7) El material y equipo deteriorado o perdido por descuido o mal uso durante el experimento, deberá ser repuesto en un término no mayor a dos semanas por los alumnos que integran el equipo de trabajo.

VI. REPORTE

- 1) El reporte de cada práctica será entregado al profesor una semana después de realizado el experimento. No se recibirán reportes después de la fecha indicada.
- 2) El profesor regresará el reporte calificado una o dos semanas (máximo) después de la fecha de recepción.
- 3) El alumno que no entregue reporte calificado como se indica en el punto (1) tendrá calificación cero, así como los alumnos que no asistan a la experimentación.
- 4) Para aceptar el reporte, es requisito que el alumno asista a las sesiones teórica y experimental.
- 5) El profesor debe pasar lista de asistencia al inicio de cada sesión de laboratorio.
- 6) Los alumnos deberán entregar a sus profesores los datos del experimento al finalizar la sesión.
- 7) Cada profesor deberá definir su horario de atención a sus alumnos de laboratorio.
- 8) No se permitirá como reporte la transcripción literal del instructivo.

VII. EVALUACIÓN

- 1) Para tener derecho a examen los alumnos deberán tener el 80% de asistencia.
- 2) El resultado de la evaluación se obtendrá por promedio de:
 - a. La calificación de los reportes de las prácticas realizadas, debiendo aprobar como mínimo el 80% de las mismas en el curso normal.
 - b. La calificación promedio de los tres exámenes, debiendo tener dos exámenes aprobados como mínimo.
 - c. Cualquier otro rubro que profesor indique al inicio del semestre.
- 3) No se permitirá a los profesores conceder calificaciones por trabajos ajenos al laboratorio.
- 4) No habrá alumnos exentos en ningún examen de laboratorio.

A T E N T A M E N T E
JEFATURA DE LOS LABORATORIO DE QUÍMCA

Julio 2011

**IPN
UPIICSA
PROCESOS INDUSTRIALES**

PRESENTACIÓN

La finalidad del Laboratorio de Procesos Industriales es la de corroborar los principios teóricos de la asignatura, mediante experimentos, obteniendo datos que permiten resolver los problemas técnicos sencillos.

El laboratorio ayuda a visualizar una parte del trabajo industrial donde se aplican los conocimientos adquiridos para la toma de decisiones en conjunto con el personal de otros departamentos tales como producción, control de calidad, planeación y ventas.

Las prácticas del Laboratorio de Procesos Industriales permiten al estudiante:

- 1) Conocer las técnicas adecuadas para experimentar con operaciones y procesos unitarios.
- 2) Seleccionar y preparar materiales para ser transformados posteriormente.
- 3) Estudiar los factores que afectan los procesos químicos, con el objeto de optimizar la producción.
- 4) Evaluar factores de seguridad, costo de materias primas y rendimiento de un proceso de transformación química.

El número total de prácticas es de siete, mismas que se distribuyen a lo largo del curso en quince semanas hábiles, alternando una sesión de explicación teórica y una sesión experimental.

Después de efectuar el trabajo práctico, es decir, la serie de experimentos que conforman cada práctica, se deberá elaborar y entregar un informe escrito o reporte.

Además del trabajo práctico y del informe escrito, se aplican tres exámenes parciales para evaluar el curso en este sentido, así como cualquier otra actividad que el profesor establezca al inicio del semestre. Los profesores explicarán el mecanismo que se ha establecido para para la evaluación final.

El informe escrito se hace con el objetivo de desarrollar la habilidad de comunicar los resultados obtenidos y en él se establecen las condiciones que permiten mostrar el aprovechamiento de la sesión experimental. El informe comprende los siguientes puntos:

- Identificación o portada
- Título de la práctica
- Objetivos de la práctica
- Resumen
- Fundamentos teóricos
- Desarrollo experimental
- Resultados
- Cuestionario
- Bibliografía

IDENTIFICACIÓN O PORTADA

La identificación se refiere a todos los datos que permitan saber de qué asignatura se trata, número y nombre de la práctica, nombre del alumno, su carrera y nivel escolar, número de secuencia, nombre del profesor y fecha de realización de la práctica. Posteriormente debe incluirse un índice en el que puedan localizarse fácilmente las partes que constituyen el trabajo presentado.

TÍTULO Y OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

El título para cada una de las prácticas ha sido previamente establecido, por lo que, para iniciar el contenido del informe, después del título, se deben incluir los objetivos.

RESUMEN

El resumen deja ver en un máximo de 100 palabras, los objetivos, los resultados y las conclusiones de cada práctica.

La finalidad de esta sección es la de informar brevemente el contenido de todo el trabajo, lo cual es común a nivel industrial y académico, porque en muchos casos se tiene el tiempo necesario solo para leer un resumen, delegando a otra persona el estudio detallado del total del contenido o bien, a partir de un resumen es posible interesar a un colega, para que conozca el trabajo en su totalidad.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Esta sección es propiamente es una introducción al tema en estudio y aunque se presenta una serie de consideraciones teóricas en el instructivo de cada práctica, el reporte deberá hacerse con un texto diferente, es decir, con el material que se haya consultado en la bibliografía, porque no se admiten transcripciones literales del instructivo.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Bajo este subtítulo se narra en detalle lo que se hace en la práctica, lo cual implica el montaje de los equipos, la preparación de las sustancias, las condiciones de operación, las variables registradas, etc. y conviene ilustrar con esquemas para dar realce a la descripción.

RESULTADOS

Es la síntesis de lo que se obtuvo en los experimentos y por lo general se presentarán en forma de tablas o gráficas, con sus respectivas observaciones.

CONCLUSIONES

En esta sección se analizan los resultados obtenidos y se establece si los objetivos que se han propuesto, fueron alcanzados o no; esta parte es importante porque exige conciencia crítica.

CUESTIONARIO

Como parte de la evaluación en el trabajo escrito, se deberá resolver una serie de preguntas o puntos que ayudan a confirmar lo que se ha experimentado.

BIBLIOGRAFÍA

Se deberán citar los libros que han servido al alumno para preparar, desarrollar y reportar su práctica. La relación de publicaciones se hará anotando el título del libro, el nombre del autor o autores, la editorial, el número de edición, el país, el año de edición y las páginas consultadas.

SUGERENCIAS PARA ELABORAR EL REPORTE O INFORME ESCRITO

- 1) Al redactar, utilice la voz pasiva en tiempo pasado y de manera impersonal. Ejemplo: “el termómetro se colocó a la altura de la salida de los vapores”.
- 2) Evite el imperativo porque esto indica que hizo una transcripción literal del instructivo, lo cual no es correcto.

PRÁCTICA #1: Manejo de Equipo y Material de Laboratorio y Principales Normas de Seguridad

OBJETIVOS

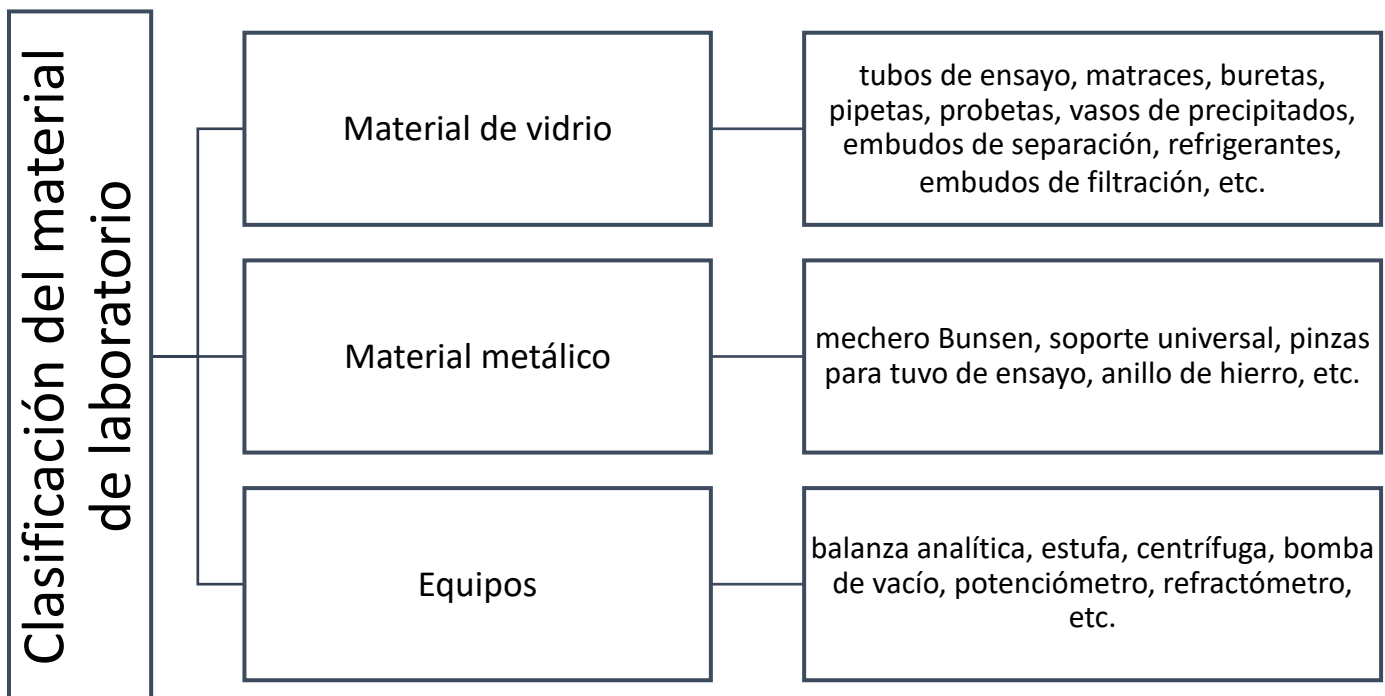
- 1) El alumno se familiarizará con el manejo del equipo y material de laboratorio.
- 2) El alumno conocerá algunas normas de seguridad, mismas que deberá observar en el desarrollo de las prácticas del curso.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Cuando se adquiere un conocimiento en el cual se va a utilizar algún equipo o instrumento, es necesario que el usuario conozca su operación o manejo por que dependiendo de la habilidad que tenga para su uso, serán los resultados que obtenga.

El trabajo en laboratorio requiere de la identificación del equipo y de su adecuado empleo al efectuar una operación particular.

Aun cuando el estudiante de Administración Industrial ya tuvo en sus estudios del nivel medio superior, la asignatura de Química y su laboratorio, será necesario que haga una revisión del material de uso más común.



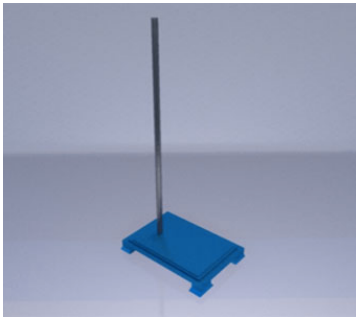
CONCEPTOS BÁSICOS DE SEGURIDAD EN EL LABORATORIO

El laboratorio de Química no es un sitio peligroso, pero el estudiante debe ser prudente y debe seguir todas las instrucciones de seguridad con el mayor cuidado posible.

Es importante que los estudiantes no permanezcan solos al realizar un experimento, puesto que cuando se requiera de alguna indicación sobre el uso del equipo o del material y la norma de seguridad que se aplique, sea el profesor a quien corresponda dar esta indicación.

- Primeramente, se debe emplear una bata para proteger la ropa.
- Se debe leer cuidadosamente las instrucciones de trabajo antes de manipular sustancias, equipos y materiales.
- Mantener aislados los objetos personales del área de trabajo.
- Identificar en las instalaciones de la mesa de trabajo, las llaves o suministros de agua, aire, gas y electricidad.
- No tomar alimentos ni mascar chicle mientras se efectúan los experimentos.
- Muchas sustancias pueden ser tóxicas, por lo que no se debe ingerir ninguna de ellas.
- Se debe evitar la exposición prolongada a vapores o productos gaseosos de una reacción por que pueden ser nocivos a la salud o porque pueden ser explosivos. De ser posible se debe trabajar en una campana de extracción o en área ventilada.
- No se deben mezclar los productos de reacción sin antes conocer sus propiedades, porque esto puede provocar un accidente.
- Evitar siempre el contacto con la piel, ojos y mucosas de sustancias irritantes o cáusticas y lavar inmediatamente las salpicaduras sobre la piel y ojos con mucha agua.
- En caso de heridas, quemaduras o malestar por la aspiración de un gas o de un vapor, acudir inmediatamente al médico, previa autorización del profesor.
- No lavar materiales con solventes orgánicos.
- No permanecer frente a las flamas de un mechero ni pasar solventes cerca de ellas y mantener cerradas las llaves del gas mientras no se ocupe el mechero.
- Utilizar solo las cantidades de sustancias necesarias para efectuar los experimentos, evitando el desperdicio.
- Seguir las instrucciones para la disposición final y adecuada de los desechos.
- Al finalizar la práctica, lave el material y sus manos y observe que las llaves de agua y gas estén cerradas.

MATERIAL BÁSICO PARA LABORATORIO DE QUÍMICA



Soporte universal



Mechero Bunsen



Embudo de separación



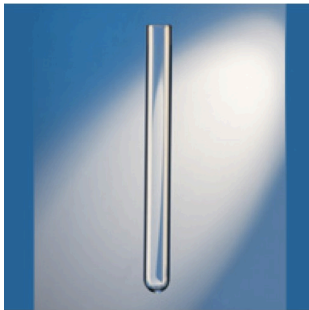
Piseta



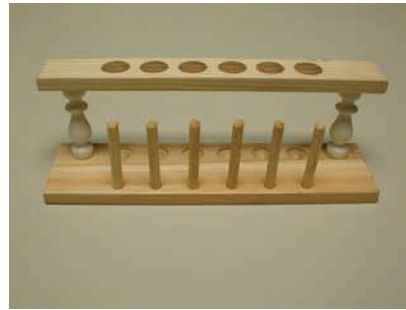
Embudo



Vaso de precipitados



Tubo de ensayo



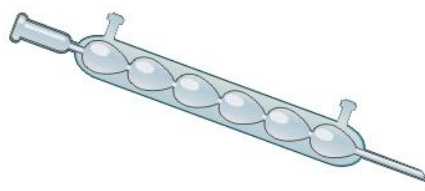
Gradilla



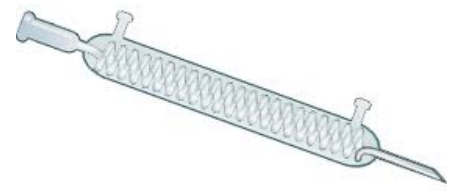
Matraz de destilación



Refrigerante recto



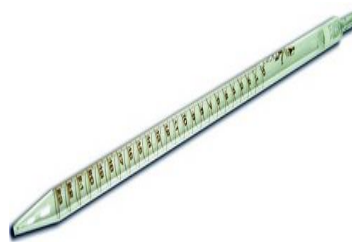
Refrigerante de rosario



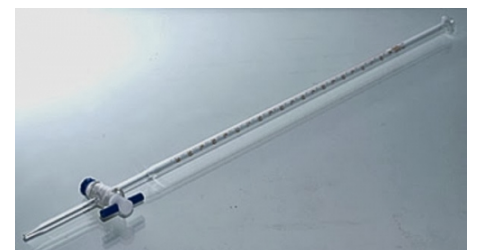
Refrigerante de serpentín



Probeta



Pipeta



Bureta



Termómetro



Matraz volumétrico



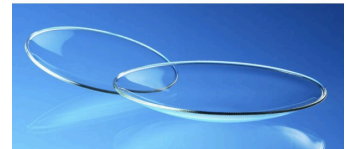
Pinzas para tubo de ensayo



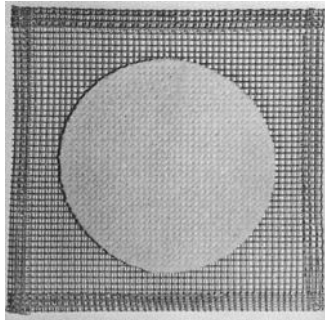
Matraz Kitasato



Embudo Bushner



Vidrio de reloj



Rejilla de asbesto



Anillo de hierro



Matraz Erlenmeyer



Mortero con pistilo



Pinzas para crisol



Balanza granataria



Escobillón



Balanza digital



Soporte para dos buretas o pinzas para bureta

MATERIAL Y EQUIPO

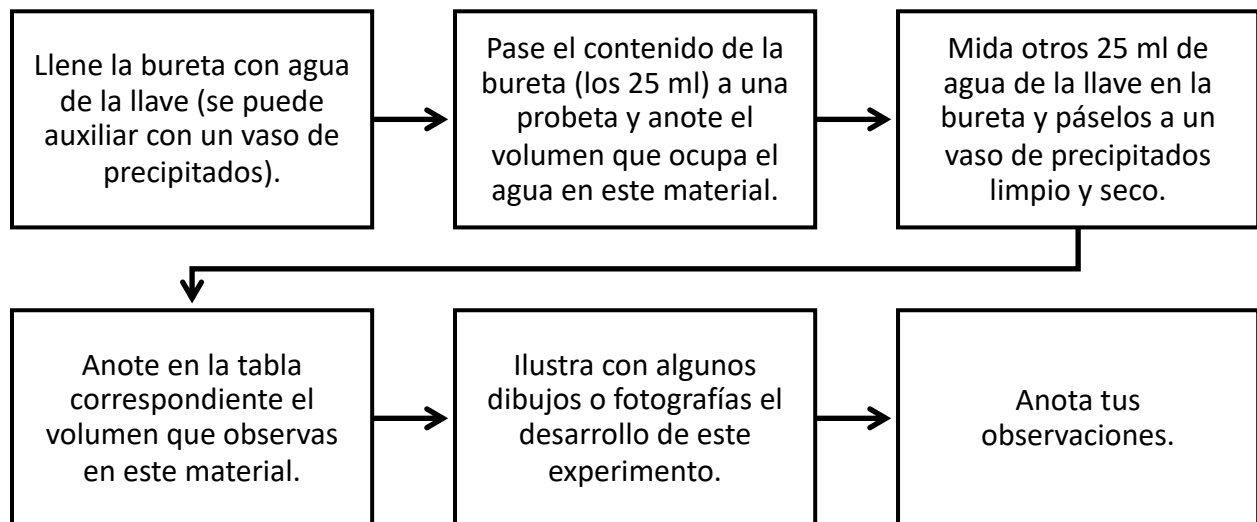
3 vasos de precipitados de 100 ml
1 probeta de 100 ml
1 bureta de 25 ml
1 soporte universal
1 anillo de hierro
1 pinza para bureta
1 espátula chica
1 varilla de vidrio
1 embudo de tallo largo
1 vidrio de reloj
1 termómetro
1 balanza digital (por grupo)
1 centrífuga (por grupo)
papel filtro

SUSTANCIAS

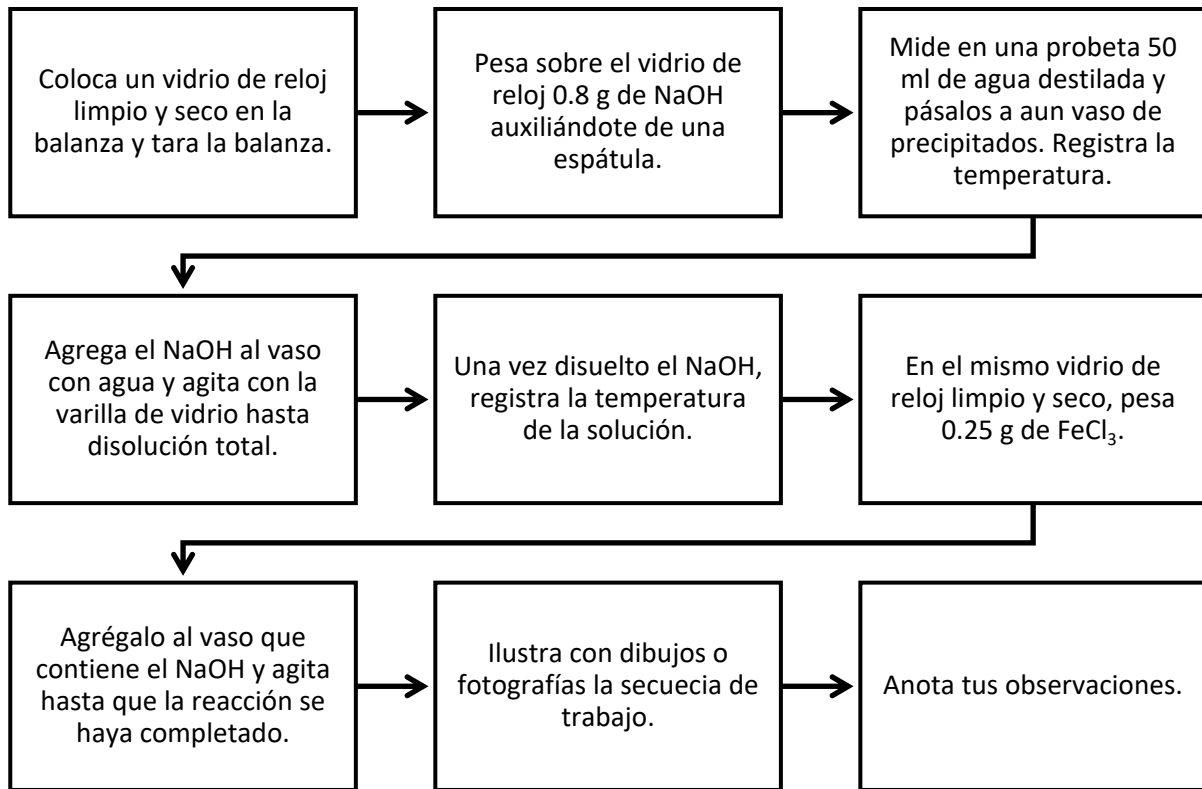
Hidróxido de sodio (NaOH)
Cloruro férrico o cloruro de hierro (III) (FeCl_3)
Agua destilada (en piseta)

PROCEDIMIENTO

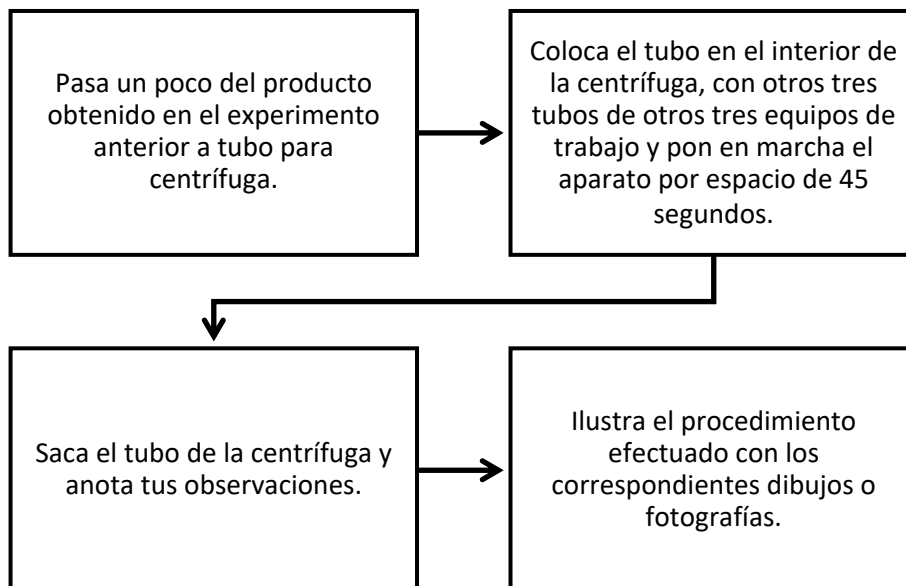
Experimento #1 Medición de volúmenes



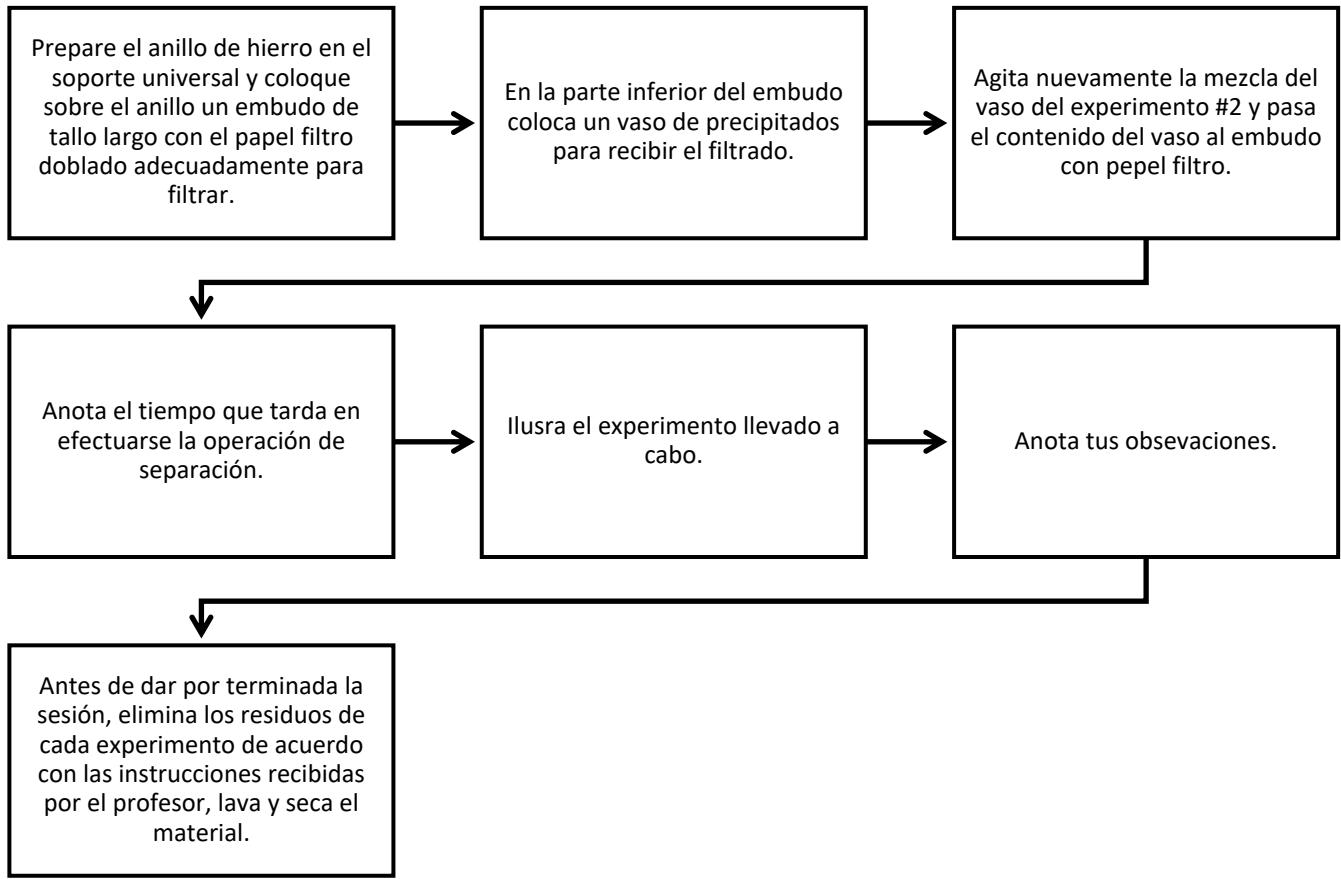
Experimento #2 Precipitación



Experimento #3 Centrifugación.



Experimento #4 Filtración Simple



TABLAS DE RESULTADOS.

Tabla 1: Experimento #1

MATERIAL	VOLUMEN (ml)
Bureta	
Probeta	
Vaso de precipitados	

OBSERVACIONES:

Tabla 2: Experimento #2

	TEMPERATURA (°C)
Agua	
Agua + NaOH	

OBSERVACIONES:

Tabla 3: Experimento #4

	Tiempo (s)
Filtrado	

OBSERVACIONES:

CUESTIONARIO

- 1) ¿Existe diferencia entre el valor de un volumen y otro, según tus datos del experimento? En cualquier caso, explica.
- 2) ¿Qué materiales son los más precisos para medir volúmenes de líquidos?
- 3) Define los siguientes conceptos:
 - a. Peso tara
 - b. Peso neto
 - c. Sedimentación
 - d. Disolución
 - e. Precipitación
 - f. Centrifugación
 - g. Filtración
- 4) ¿Qué diferencia hay entre un fenómeno físico y uno químico?
- 5) ¿Cuáles de los fenómenos observados en esta práctica son físicos y cuáles con químicos?
- 6) Anota la ecuación química y los nombres de las sustancias participantes en la reacción llevada a cabo entre el NaOH y el FeCl₃.
- 7) ¿Qué propiedades físicas y químicas tienen las sustancias empleadas en el experimento de precipitación, mismas que deben ser consideradas para manejarlas con seguridad en el laboratorio?
- 8) ¿Qué sucede con el valor de la temperatura en el agua, antes y después de agregar el NaOH? ¿A qué se debe esto?
- 9) Enlista por separado y según la clasificación que corresponda, el material que utilizó en esta primera práctica.

BIBLIOGRAFÍA

EXPERIMENTOS DE QUÍMICA, partes 1, 2 y 3
RIVAS, Villarreal y Butruille
Ed. Trillas, México, 1982

EXPERIMENTOS DE QUÍMICA GENERAL
DOMINGUEZ, Xorge A.
Ed. LIMUSA, México, 1978

PRÁCTICAS DE QUÍMICA GENERAL, INORGÁNICA E INDUSTRIAL
IBAÑEZ, Jorge G.
Ed. LIMUSA-NORIEGA, México, 1993

**IPN
UPIICSA
PROCESOS INDUSTRIALES**

PRÁCTICA #2: Operaciones Unitarias. Parte I

OBJETIVOS

- 1) El alumno identificará técnicas de laboratorio para la separación de mezclas.
- 2) El alumno se familiarizará con las operaciones unitarias siguientes: trituración, filtración, decantación y transferencia de calor.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Diferentes industrias tienen operaciones y técnicas comunes de purificación o separación que están basadas en principios fundamentales de la física, por ejemplo, la existencia de un flujo de calor entre fluidos calientes y fríos o el transporte de materiales en gran escala, tanto de líquidos como de sólidos.

Estas técnicas son llamadas “operaciones unitarias”, cuyo carácter es físico pero que se aplican en procesos donde es necesario el conocimiento de la química, para comprender su significado real.

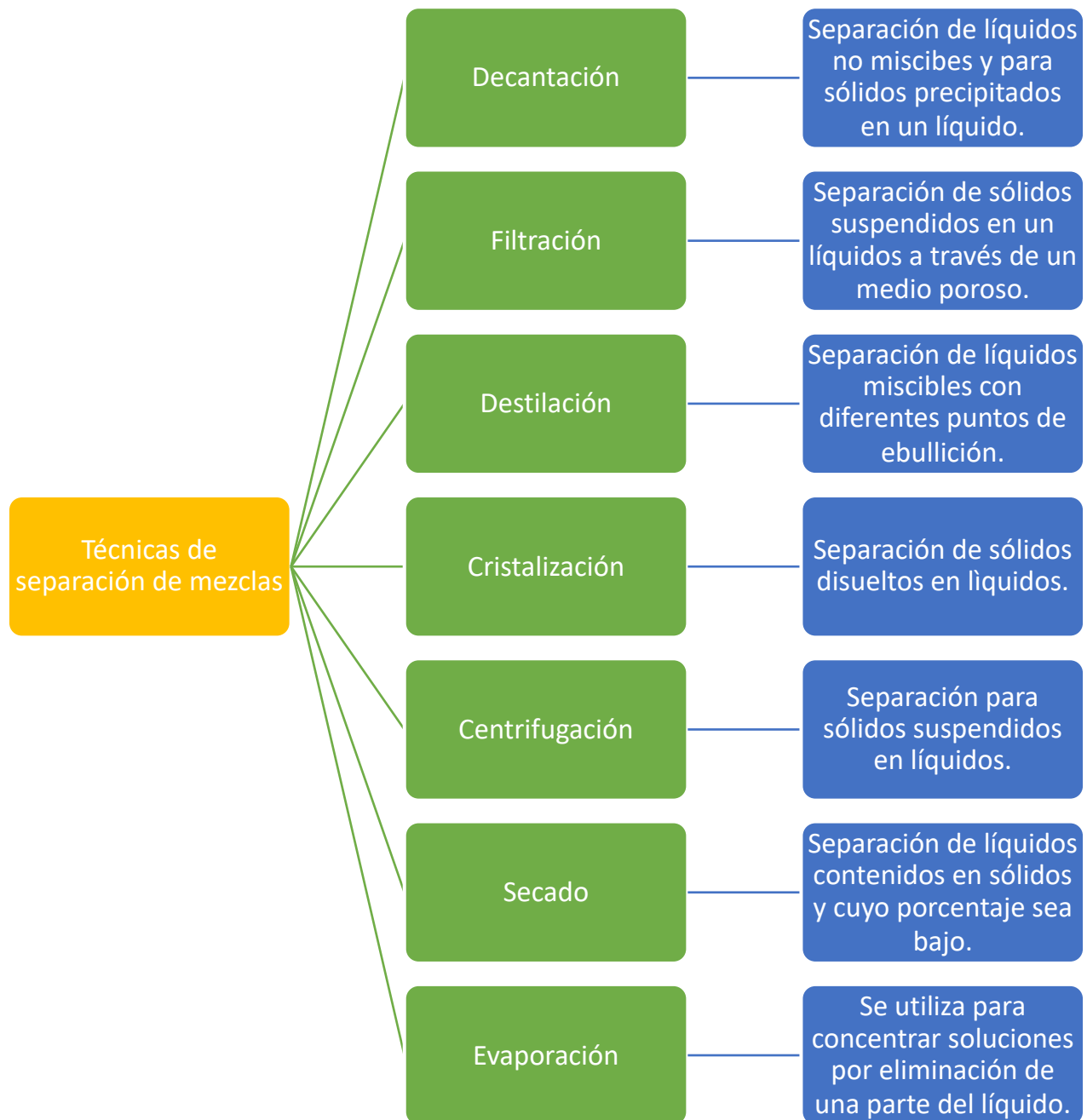
Las operaciones unitarias implican principalmente la separación de mezclas, porque los productos de una reacción química se obtienen, por lo general, como una mezcla y el paso o los pasos siguientes, consisten en separar los componentes de esta mezcla y dejar un producto al estado puro o bajo ciertas especificaciones.

El mezclado es una operación que consiste en la combinación física entre gases, líquidos y sólidos, con dos o más constituyentes y para llevarla a cabo se dispone de una variedad de maquinaria y equipo. Por ejemplo, si se va a mezclar un sólido y un líquido se deberá contar con un tanque provisto de un agitador con paletas planas o de hélice.

Muchas operaciones se llevan a cabo por medio de la transmisión de calor. El caso más común es el de la transmisión desde un fluido a otro, a través de una pared metálica o de vidrio, por ejemplo, evaporación, destilación y secado.

En una operación unitaria la masa no sufre transformación alguna en su estructura interna y entre algunos de los factores que se deben considerar para la optimización de un proceso, se tienen: la temperatura, la naturaleza del material, el tipo de equipo y su grado de automatización, el tiempo invertido en cada actividad, etc.

La combinación más adecuada de estos factores estará ligada a su vez, a la calidad del producto y al costo de producción.



El problema general de la separación de sólidos y líquidos puede resolverse de distintas maneras, según sea la naturaleza de los sólidos y la proporción en que éstos se encuentran con respecto a la cantidad de líquido.

Para efectuar la separación de dos líquidos inmiscibles de diferente densidad, se utiliza un decantador continuo o de gravedad en el que la alimentación se separa en dos capas y para la separación de sólidos y líquidos por decantación, se emplea un sedimentador.

Los filtros, que pueden ser de arena, de tipo prensa, de hojas, continuos o rotativos, permiten separar sólidos cuya proporción es pequeña, en comparación con la cantidad de líquido.

En esta práctica, a escala de laboratorio ligero, se experimentan procesos de transmisión de calor y de

separación de sólidos y líquidos.

MATERIAL Y EQUIPO

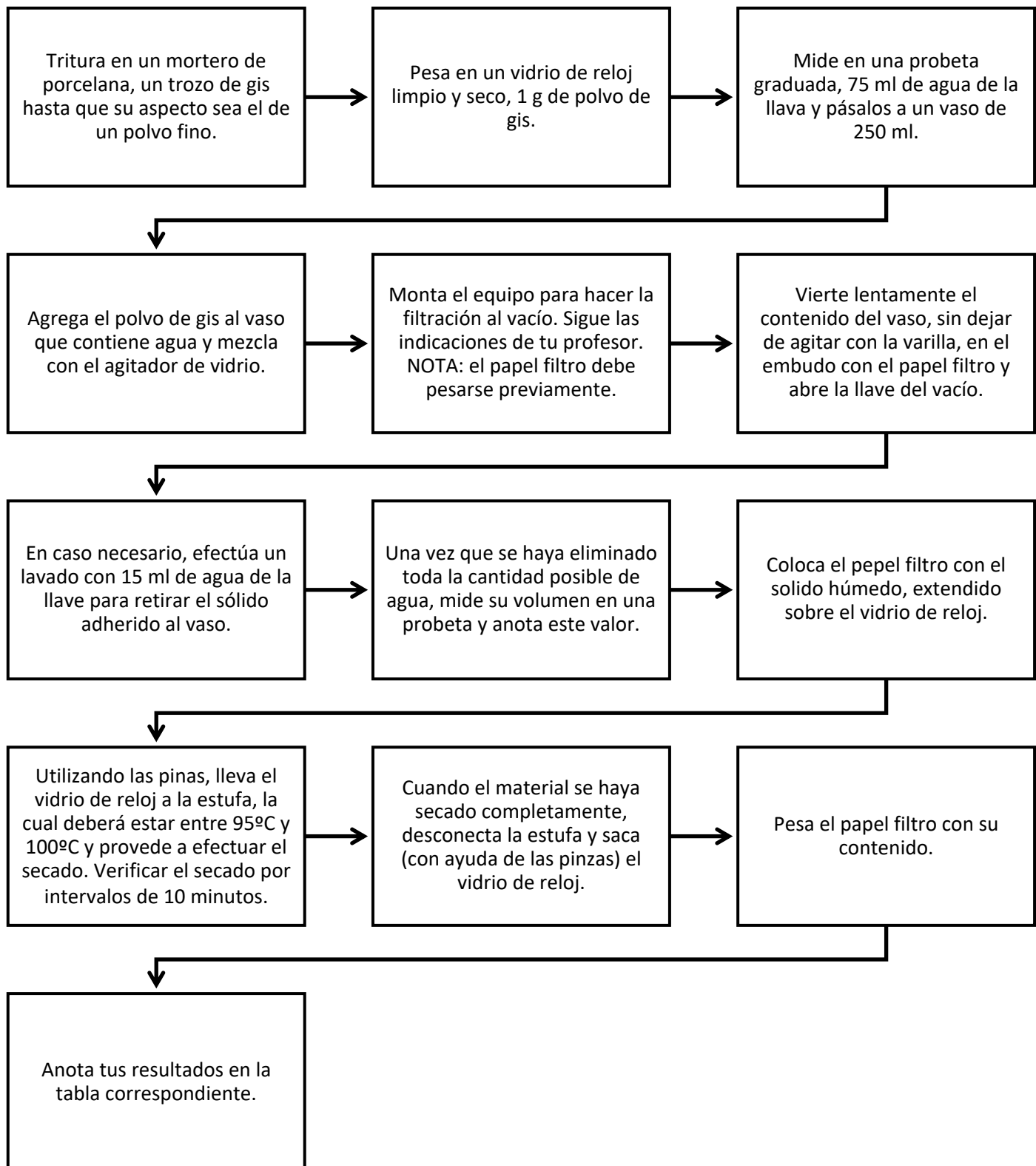
3 vasos de precipitados de 100 ml
2 probetas graduadas de 100 ml
1 vaso de precipitados de 250 ml
1 embudo de separación de 500 ml
1 soporte universal con anillo metálico
1 varilla de vidrio (agitador)
1 termómetro
1 balanza electrónica (por grupo)
1 matraz Kitasato
1 embudo Buchner con tapón de hule
1 pinzas para crisol
1 vidrio de reloj
1 mortero de porcelana con pistilo
2 baños María
1 mechero Bunsen
1 cronómetro
1 espátula chica
1 estufa (por grupo)
1 frasco trampa para bomba de vacío
papel filtro

SUSTANCIAS

Solución de Sulfato de Cobre II (CuSO_4)
al 10% peso
Tetracloruro de carbono (CCl_4)
Trozo de gis (3 cm)
Glicerina ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$)
Agua destilada en piseta (H_2O)

PROCEDIMIENTO

Experimento #1: Filtración al Vacío y Secado



Experimento #2: Decantación

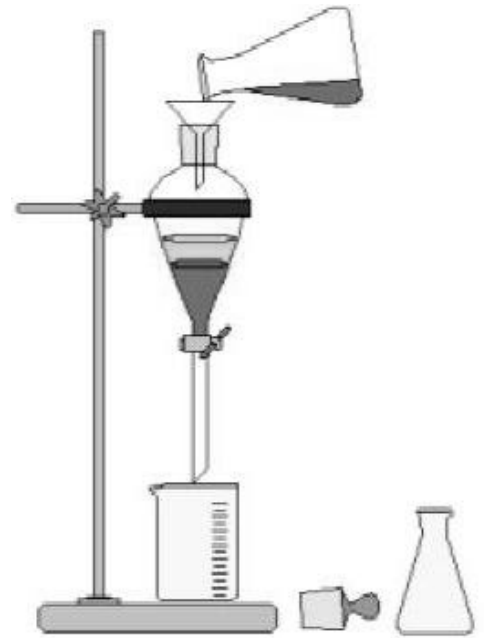
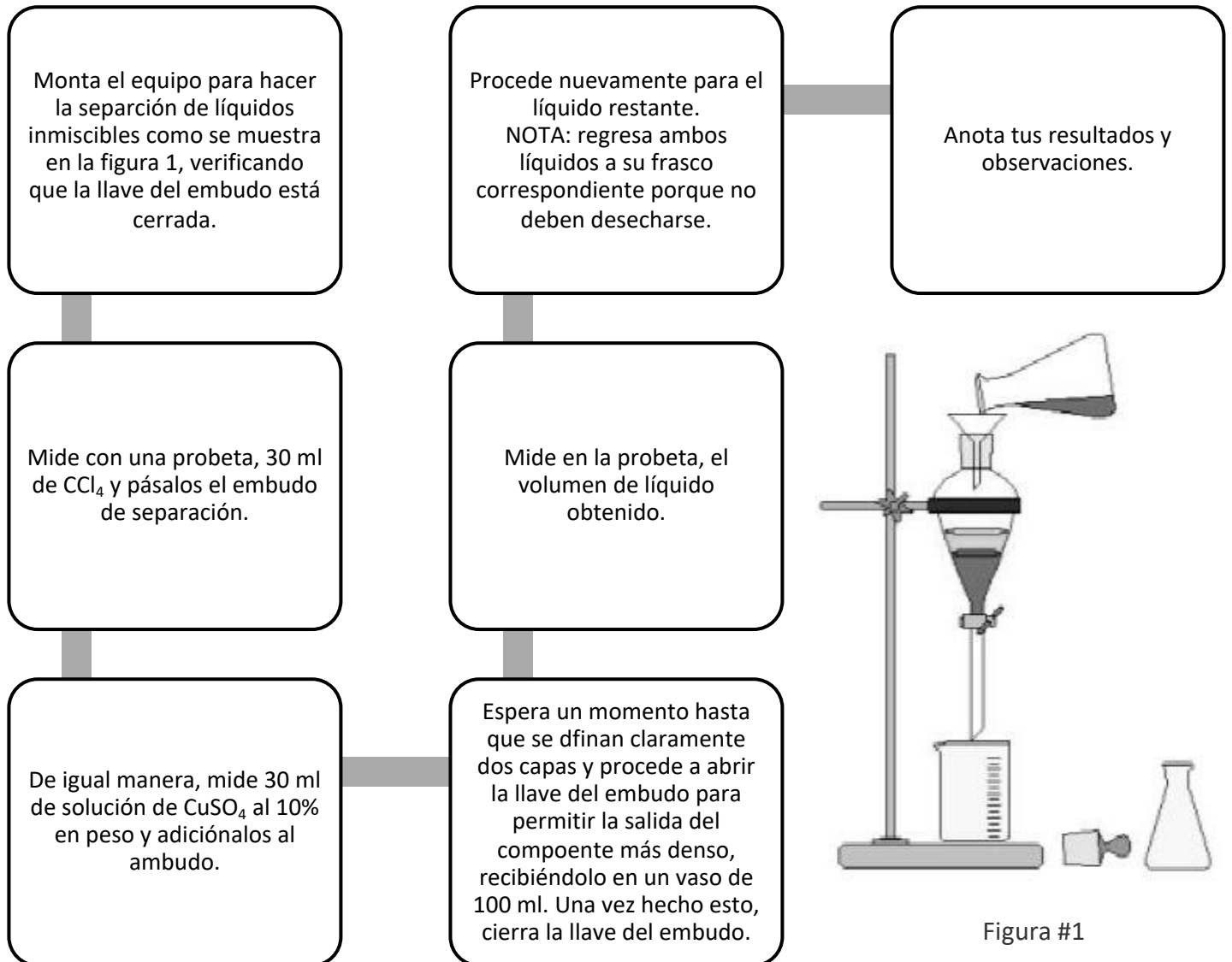
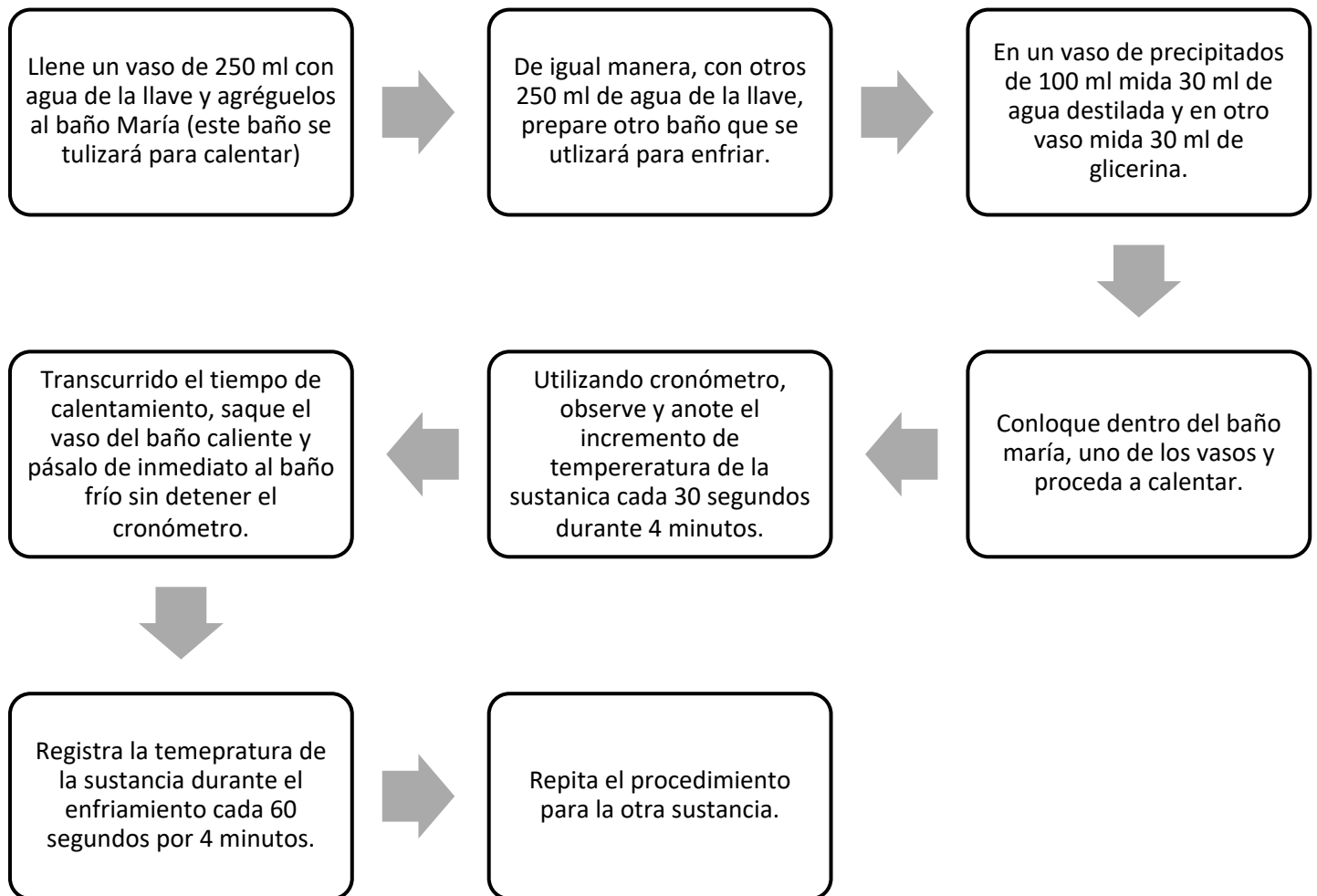


Figura #1

Experimento #3: Transmisión de Calor



NOTA: regresa la glicerina a su frasco, no debe desecharse.

TABLAS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

TABLA 1: Experimento #1

Masa inicial de polvo de gis (g)	Masa final de polvo de gis seco (g)	Volumen inicial de agua (ml)	Volumen final de agua (ml)	% de polvo de gis recuperado

TABLA 2: Experimento #2

Volumen inicial de solución de CuSO ₄ (ml)	Volumen final de solución de CuSO ₄ (ml)	% recuperado de CuSO ₄	Volumen inicial de CCl ₄ (ml)	Volumen final de CCl ₄ (ml)	% recuperado de CCl ₄

TABLA 3: Experimento #3

Datos para el calentamiento del agua

T(°C)				
t (s)				

Datos para el enfriamiento del agua

T(°C)				
t (s)				

Datos para el calentamiento de la glicerina

T(°C)				
t (s)				

Datos para el enfriamiento de la glicerina

T(°C)				
t (s)				

CUESTIONARIO

- 1) ¿Qué ventajas y desventajas encuentra usted entre la filtración al vacío y la filtración simple?
- 2) ¿Cómo se calcula el rendimiento o porcentaje de sólido recuperado después del filtrar y secar en el experimento #1?
- 3) Cita, por lo menos, tres aplicaciones industriales de la operación unitaria de filtración.
- 4) Construye una gráfica de temperatura vs tiempo, para representar el calentamiento y el enfriamiento, tanto del agua como de la glicerina.
- 5) ¿Qué sustancia necesitó menor tiempo para elevar su temperatura?
- 6) ¿Cómo se define calor específico e indica el valor de este para el agua y la glicerina?
- 7) Esquematiza un intercambiador de calor, indicando sus partes y funcionamiento.
- 8) ¿Qué líquido es más denso, el agua de mar o el petróleo?
- 9) ¿Qué operación unitaria se emplea para separar la mezcla de la pregunta 8?

CONCLUSIONES GENERALES

BIBLIOGRAFÍA

EXPERIMENTOS DE QUÍMICA GENERAL

DOMINGUEZ, Xorge A.
Ed. Limusa, México, 1978

PRÁCTICAS DE QUÍMICA GENERAL, INORGÁNICA E INDUSTRIAL

IBAÑEZ, Jorge G.
Ed. Limusa-Noriega, México, 1993

PRINCIPIOS ELEMENTALES DE LOS PROCESOS QUÍMICOS

FELDER, Richard M. Y ROUSSEAU, Ronald W.
Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, EEUU, 1991

INTRODUCCIÓN A LA INGENIERÍA QUÍMICA

BADGER, Walter L. Y BANCHERO, Julius T.
Ed. Mc-Graw Hill, España, 1965

MÉTODOS DE LA INDUSTRIA QUÍMICA, tomo 1

TEGEDER Fritz y MAYER Ludwing
Ed. Riverté, España, 1987

PRÁCTICA #3: Operaciones Unitarias. Parte II

OBJETIVOS

- 1) El alumno efectuará una separación de una mezcla de líquidos miscibles con el equipo necesario para efectuar una destilación simple.
- 2) El alumno obtendrá por evaporación y secado, un sólido disuelto en un líquido.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

La destilación es una operación unitaria que se aplica para separar mezclas líquidas y en muchos casos, con algo grado de pureza. Con este procedimiento se recuperan líquidos valiosos como los solventes.

Para destilar los componentes de una mezcla de líquidos miscibles, se procede a calentar hasta que se alcanza la ebullición y mientras hierve uno de los líquidos, la temperatura permanece constante hasta que este componente se convierte totalmente en vapor. El vapor es conducido hasta un refrigerante donde se condensa por enfriamiento con agua o con otro fluido. Una vez condensado, el líquido fluye hasta un colector.

Continuando el calentamiento, el componente restante que tiene un punto de ebullición mayor, comienza a hervir y a evaporarse. Una vez condensado, se colecta en otro recipiente y así sucesivamente.

La destilación es entonces una operación de separación de mezclas líquidas, aprovechando la diferencia que existe en el punto de ebullición de cada componente. En la industria se emplean columnas o torres de destilación que permiten separar mezclas de componentes con puntos de ebullición muy cercanos.

Los tipos de destilación más comúnmente empleados a nivel industrial son:

- a) Destilación simple: por ejemplo, es utilizada en la producción de alcohol de caña.
- b) Destilación fraccionada: por ejemplo, es utilizada en la industria petroquímica.
- c) Destilación por arrastre de vapor: por ejemplo, es utilizada en la industria de los aceites y esencias.

Otra de las operaciones unitarias ampliamente utilizada en la industria química, es la evaporación, que se aplica en aquellos casos en los que se va a concentrar una solución por eliminación parcial del solvente.

El equipo industrial que se requiere para tal operación es el evaporador y en ocasiones es necesario acoplar dos o tres unidades, llamándose entonces, evaporador de múltiple efecto.

MATERIAL Y EQUIPO

- 1 mechero Bunsen
- 1 matraz Erlenmeyer
- 1 matraz para destilación (250 ml)
- 1 refrigerante recto
- 2 soportes universales, con anillo metálico y tela de alambre
- 1 pinza para bureta
- 1 pinza para refrigerante
- 1 pinza para crisol
- 1 vaso de precipitados de 250 ml
- 2 vasos de precipitados de 100 ml
- 1 embudo de tallo largo
- perlas de vidrio para ebullición
- 1 probeta graduada de 100 ml
- 1 pipeta graduada de 10 ml
- 1 termómetro con tapón de hule
- 1 balanza electrónica (por grupo)
- 1 estufa (por grupo)

SUSTANCIAS

- Alcohol etílico (etanol, C_2H_5OH)
- Solución saturada de sal
- Agua destilada en piseta

PROCEDIMIENTO

Experimento #1: Separación de líquidos miscibles

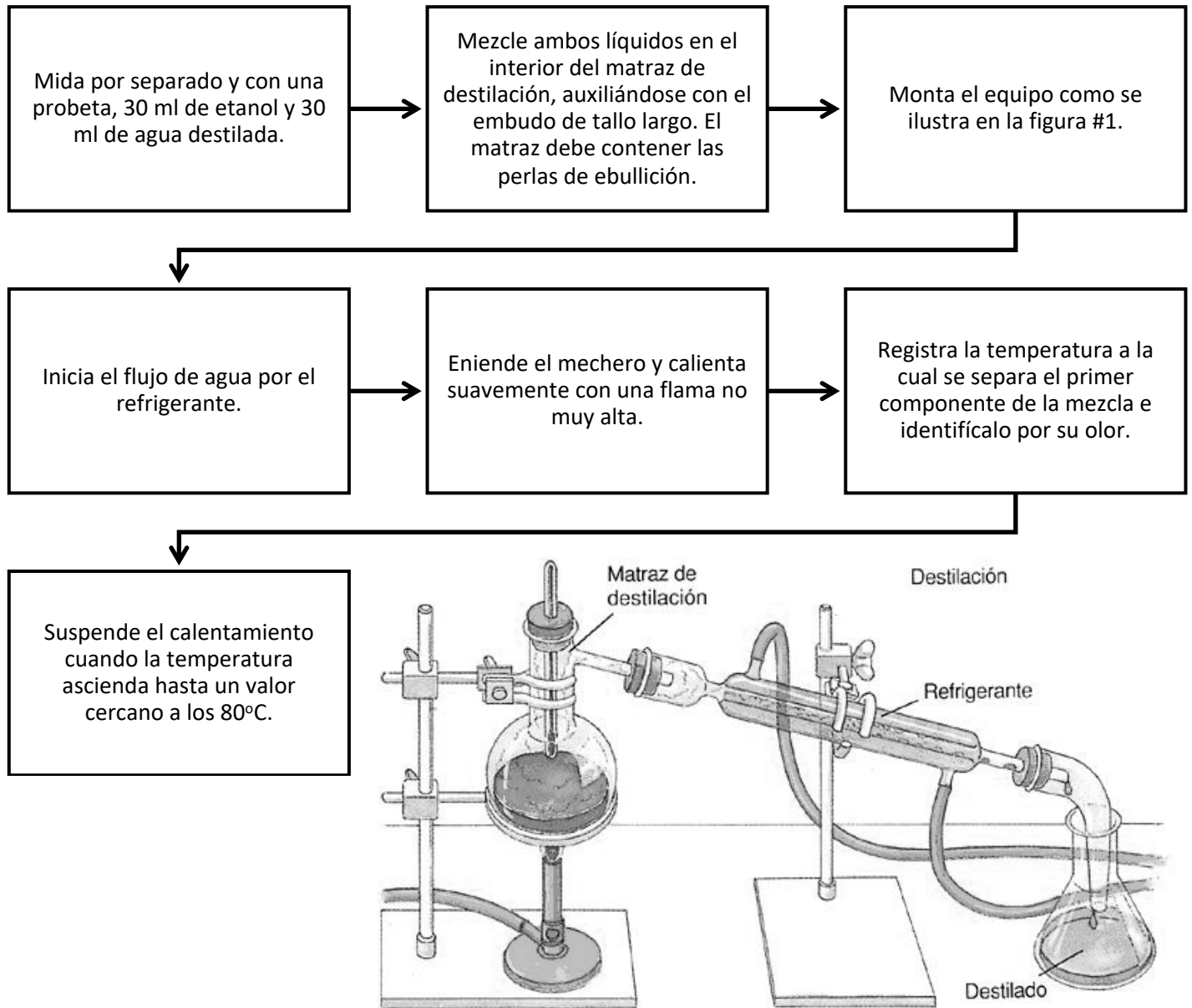


Figura #1. El agua de enfriamiento debe entrar por la parte inferior del refrigerante

Tabla de resultados.

Volumen inicial de agua (ml)	Volumen inicial de alcohol (ml)	Temperatura a la cual se separa el alcohol (°C)	Volumen destilado de alcohol (ml)	Volumen total restante en el matraz (ml)

Experimento #2: Separación de sólidos disueltos.

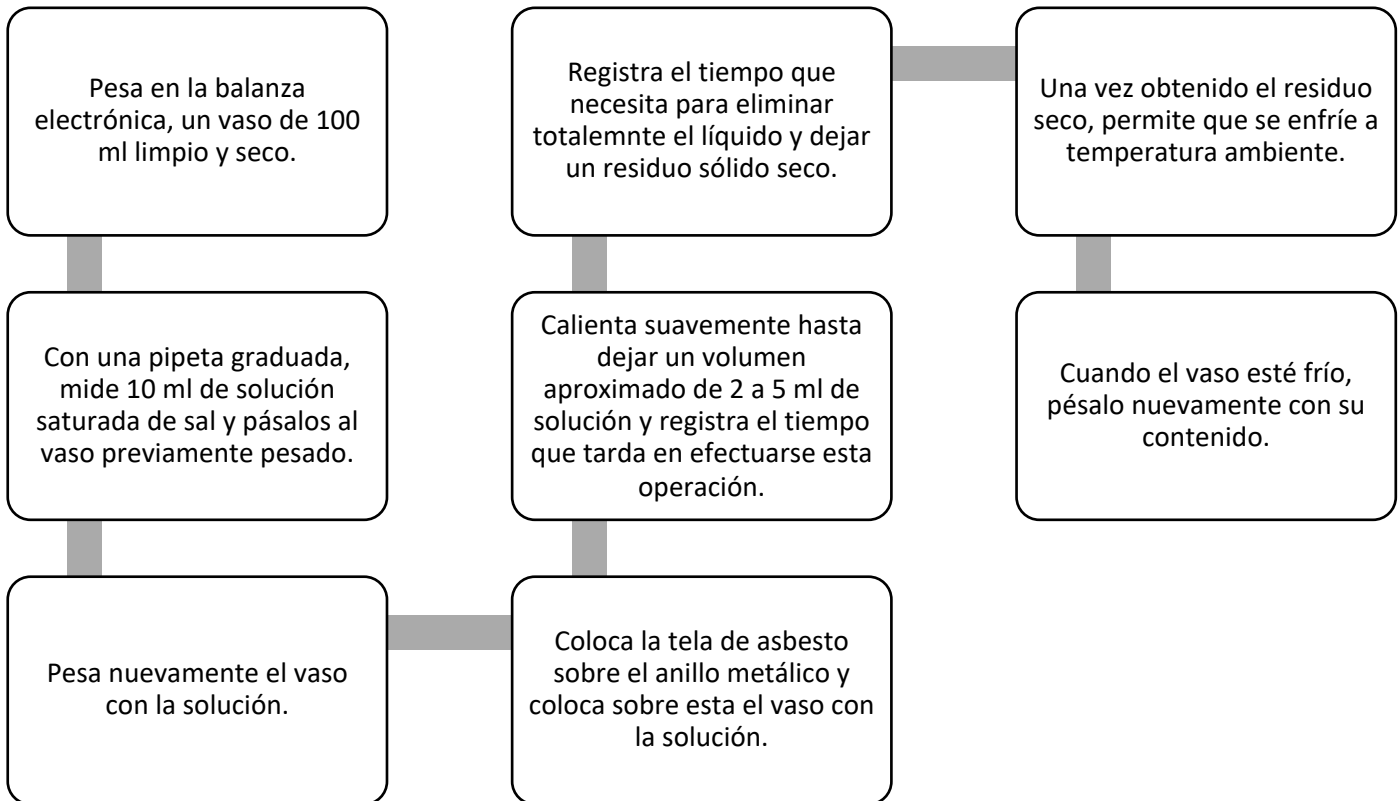


Tabla de Resultados

Volumen inicial de solución (ml)	Peso del vaso limpio y seco (g)	Peso del vaso con solución (g)	Peso del vaso con residuo (g)	Tiempo de operación (min)

CUESTIONARIO

- 1) ¿Qué propiedad específica de la materia se aprovecha para efectuar una destilación?
- 2) Investiga el punto de ebullición de cada uno de los siguientes líquidos a la presión de 1 atm (a nivel del mar) y a 585 mmHg (en la CDMX)
 - a. agua
 - b. alcohol etílico
 - c. acetona
 - d. tetracloruro de carbono
- 3) ¿Podría separarse por destilación una mezcla de aceite y agua? Explique
- 4) ¿Qué precauciones deben tomarse en cuenta para efectuar una destilación en el laboratorio?
- 5) **Dibuja** una torre de destilación, indicando las principales partes internas y externas.
- 6) De acuerdo con los datos experimentales de masa y volumen, determina:
 - a. El valor de la densidad de la solución saturada de sal (NaCl).
 - b. El porcentaje de sal (NaCl) y de agua (H₂O) en la solución.
- 7) ¿Qué diferencias existen entre una evaporación y un secado?
- 8) Menciona tres aplicaciones de la evaporación a nivel industrial.
- 9) **Dibuja** un evaporador industrial, indicando sus principales partes internas y externas.

CONCLUSIONES GENERALES

BIBLIOGRAFÍA

Consultar la que se cita en la práctica anterior.

**IPN
UPIICSA
PROCESOS INDUSTRIALES**

PRÁCTICAS #4: Técnicas de Control de Calidad. Parte I y II

OBJETIVOS

- 1) Aplicar algunas pruebas fisicoquímicas al jugo de naranja natural y procesado.
- 2) Determinar el grado de calidad de diferentes jugos de naranja, con base en las especificaciones indicadas en la norma oficial mexicana para el jugo de naranja NOM-173-SCFI-2009.
- 3) Comprobar en el caso del jugo procesado, el cumplimiento de las especificaciones indicadas en la NOM.
- 4) Hacer un análisis de la relación costo-calidad, una vez que se complemente el estudio en las diferentes muestras de jugo de naranja.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Los productos terminados o los intermedios, tales como alimentos, bebidas, materiales de construcción, medicamentos y sustancias químicas entre otros, deben reunir una serie de características y condiciones bien definidas para poderse distribuir y consumir.

Estas características y condiciones específicas hacen a un producto adecuado al uso, es decir, de calidad.

Las especificaciones que debe cumplir un producto de calidad se encuentran en un documento llamado Norma Oficial, que en el caso de nuestro país es establecida por la Dirección General de Normas (DGN), la cual depende directamente de la Secretaría de Economía.

En la Norma Oficial se establecen y acuerdan por parte de los representantes de diferentes empresas dedicadas a la elaboración de un mismo producto, los métodos de prueba para comprobar cada una de las especificaciones.

En el caso particular de los productos alimenticios, las especificaciones que se deben cumplir son de tipo fisicoquímico, organoléptico, microbiológico, de envasado y de etiquetado.

De acuerdo con la Norma Oficial, el jugo de naranja envasado es un producto obtenido al exprimir naranja de la variedad (*Citrus-sinensis L*), sin diluir, sin concentrar, no fermentado y sometido a tratamiento adecuado que asegure su conservación en el envase.

Puede contener pulpa de frutas finamente dividida en cantidad mínima y ser agregado de aditivos alimenticios permitidos y estar exento de corteza, semillas y sedimentos de materia extraña.

El producto objeto de esta norma se clasifica en un solo tipo y grado de calidad.

Cuando se requiera el muestreo del producto, éste podrá ser establecido de común acuerdo entre productor y comprador.

El muestreo para efectos oficiales estará sujeto a la legislación y disposiciones de la dependencia oficial correspondiente, recomendándose el uso de la Norma Oficial Mexicana NOM-Z-12.

Las especificaciones que se establecen en la Norma Oficial Mexicana para el jugo de naranja envasado (NOM-173-SCFI-2009) solo podrán satisfacerse cuando en la elaboración del producto se utilicen materias primas de calidad sanitaria, se apliquen buenas técnicas de elaboración, se realicen en locales e instalaciones bajo condiciones higiénicas que aseguren que el producto es apto para el consumo humano.

Propiedades de la masa

La masa presenta propiedades que pueden clasificarse en generales o extensiva y específicas o intensivas.

El peso y el volumen son propiedades generales por que las presentan todas las sustancias.

Las propiedades específicas sirven para identificar a una sustancia y su valor no depende de la cantidad de masa, por ejemplo, la densidad, la presión de vapor, el punto de ebullición, el índice de refracción y el pH entre otras.

Muchas técnicas de control de calidad en un laboratorio de química, tienen por objeto el determinar ciertas propiedades específicas para comprobar la calidad de un producto.

La **densidad** es una propiedad que está dada por la relación de la masa y el volumen, su valor varía con la temperatura y para su determinación se pueden emplear picnómetros y densímetros. Las unidades en las que se puede expresar son: g/ml, kg/l, lb/ft³, entre otras.

$$\rho = \frac{m}{V} \quad m = \text{masa}, V = \text{volumen}$$

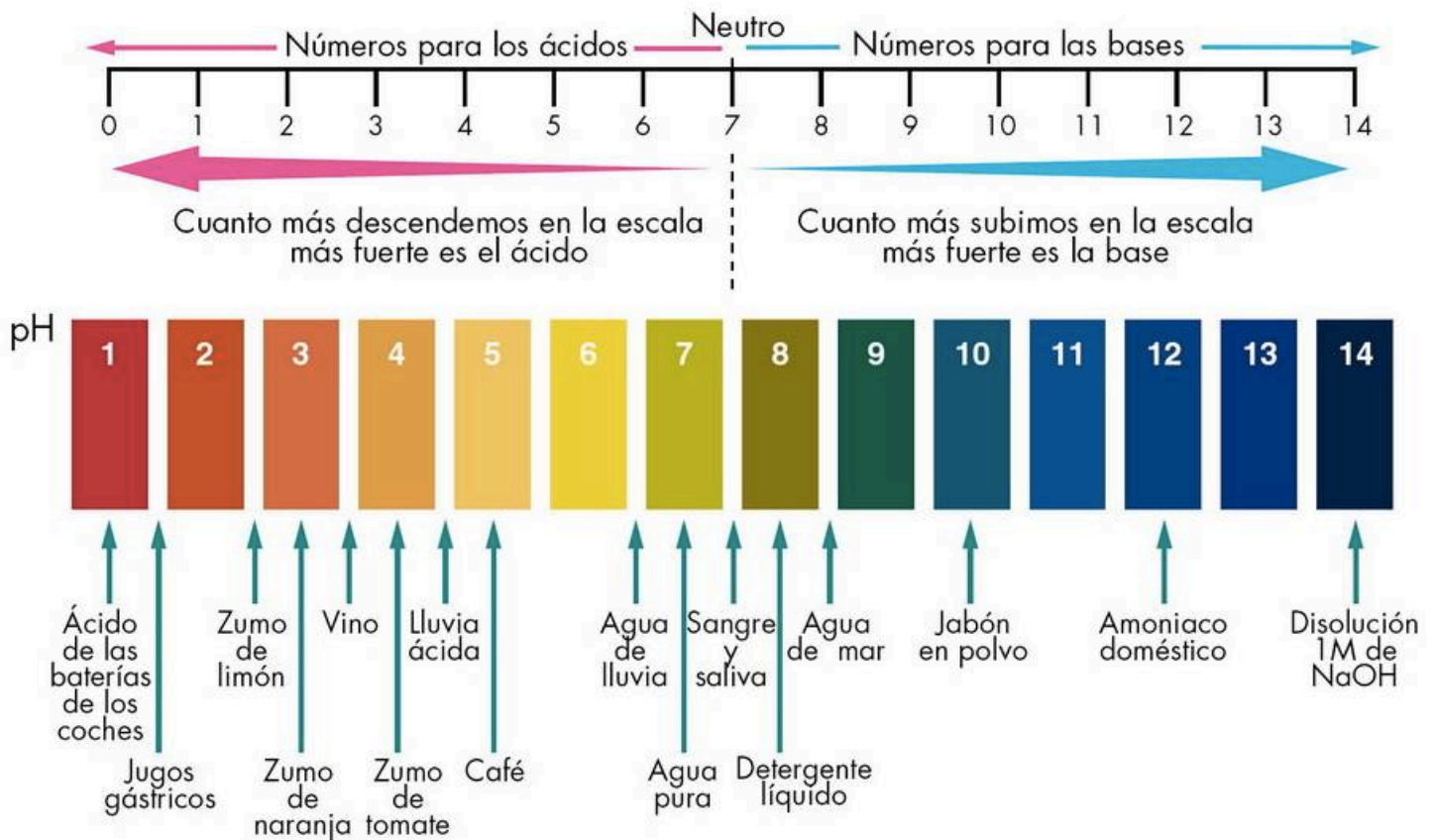
La densidad relativa es la relación que existe entre la densidad de un líquido, con respecto a la densidad del agua a 4°C. La densidad del agua a 4°C = 1.000 g/ml y a 20°C = 0.997 g/ml.

El **índice de refracción** es un valor constante para cada sustancia a cierta temperatura y en el caso de una solución, este valor cambia en función de la concentración. Se determina por medio de un refractómetro y el principio físico en el cual se basa la medición, es el fenómeno de refracción de la luz. En el caso particular de soluciones que contienen azúcar, se emplea un refractómetro cuya escala o graduación esté en grados Brix (°Brix).

El pH es una medida del grado de acidez de una solución acuosa o bien, la forma de expresar la concentración molar de iones hidrógeno (H⁺). Matemáticamente:

$$pH = -\log[H^+]$$

Experimentalmente se determina con un papel indicador y de una forma más precisa, con un potenciómetro. La escala de valores está comprendida entre 0 y 14.



Cada determinación se hace de acuerdo con una técnica que es una serie de pasos con instrumentos y reactivos para garantizar los resultados obtenidos.

Con la finalidad de analizar el contenido de una Norma Oficial y de ensayar algunos métodos de prueba o técnicas de control de calidad para un producto alimenticio, se eligió el jugo de naranja no concentrado.

Procesamiento del jugo de naranja

Para obtener este producto se utilizan diferentes variedades de naranjas y como materia prima, la naranja debe reunir ciertos requisitos de calidad, tales como la madurez, el contenido de sólidos y la acidez. Asimismo, la estructura del fruto se toma en cuenta para el diseño del equipo, para extraer el jugo y para el manejo del mismo.

Además de la cuidadosa selección de la materia prima, las condiciones de operación, (temperatura, tiempo, etc.) y las pruebas de control de calidad, aseguran un lugar competitivo en el mercado.

La naranja llega a la fábrica de procesamiento, se lava y se clasifica de acuerdo con su tamaño y calidad. Una vez seleccionada, se envía a los extractores, se filtra el jugo y se pasa a un desecador al vacío para eliminar el aire, posteriormente se pasteuriza.

En otros casos, el jugo filtrado se procesa aplicando una evaporación y luego se congela.

El jugo procesado de esta manera es empleado como materia prima, por industrias que producen bebidas con sabor a naranja (naranjadas).

El jugo no debe contener ningún contaminante químico en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud deberá envasarse en un recipiente de tipo sanitario que tenga cierre hermético, elaborado con materiales resistentes y que no produzcan sustancias tóxicas ni alteren sus características físicas, química y sensoriales.

Por último, el producto terminado debe almacenarse en un local que reúna los requisitos para tal fin.

Las dos últimas pruebas o determinaciones que se harán al jugo de naranja son: **acidez titulable** y **sólidos insolubles**, para lo cual será necesario que cada equipo trabaje con una muestra nueva, es decir, con jugo natural o la marca comercial.

Cada equipo de trabajo deberá aportar una muestra de jugo, según se le indique (natural a partir del fruto o procesado y envasado, procurando que se manejen marcas diferentes en todo el grupo).

Únicamente se efectuarán pruebas fisicoquímicas y organolépticas, comparando los resultados obtenidos para el jugo procesado con los datos que resulten para el jugo natural y a su vez, se verificará si el jugo procesado cumple o no con las especificaciones de la norma.

MATERIAL Y EQUIPO

- 1 tijeras (*)
- 1 cuchillo de acero inoxidable (*)
- 1 colador de plástico (*)
- 1 balanza digital (por grupo)
- 1 refractómetro para leer °Brix (por grupo)
- 1 densímetro
- 1 potenciómetro (medido de pH, por grupo)
- 1 varilla de vidrio (agitador)
- 1 vaso de precipitados de 100 ml
- 1 vaso de precipitados de 500 ml
- 1 vaso de precipitados de 250 ml
- 1 pipeta graduada de 10 ml
- 1 probeta graduada de 100 ml
- 1 probeta graduada de 500 ml
- 1 espátula chica
- 1 soporte universal con anillo
- 1 mechero Bunsen
- 1 embudo Buchner chico
- 1 papel filtro para embudo Buchner
- 1 matraz Kitasato
- 1 pinzas para bureta
- 2 buretas de 25 ml
- 1 tela de alambre con asbesto
- 2 matraces Erlenmeyer de 250 ml
- 1 matraz Erlenmeyer de 500 ml
- 1 estufa con termómetro
- 1 vidrio de reloj

SUSTANCIAS

- agua destilada (en piseta)
- solución de NaOH 0.1N
- Indicador de fenolftaleína

MATERIAL ADICIONAL

- 6 naranjas maduras y grandes (*)
- 1 litro de jugo de naranja envasado (*)
- 1 paquete de conos desechables (*)
- (*) este material lo traerá cada equipo

PROCEDIMIENTO

Antes de empezar la práctica, lava todo el material con detergente y agua de la llave, luego enjuáguelo con agua destilada.

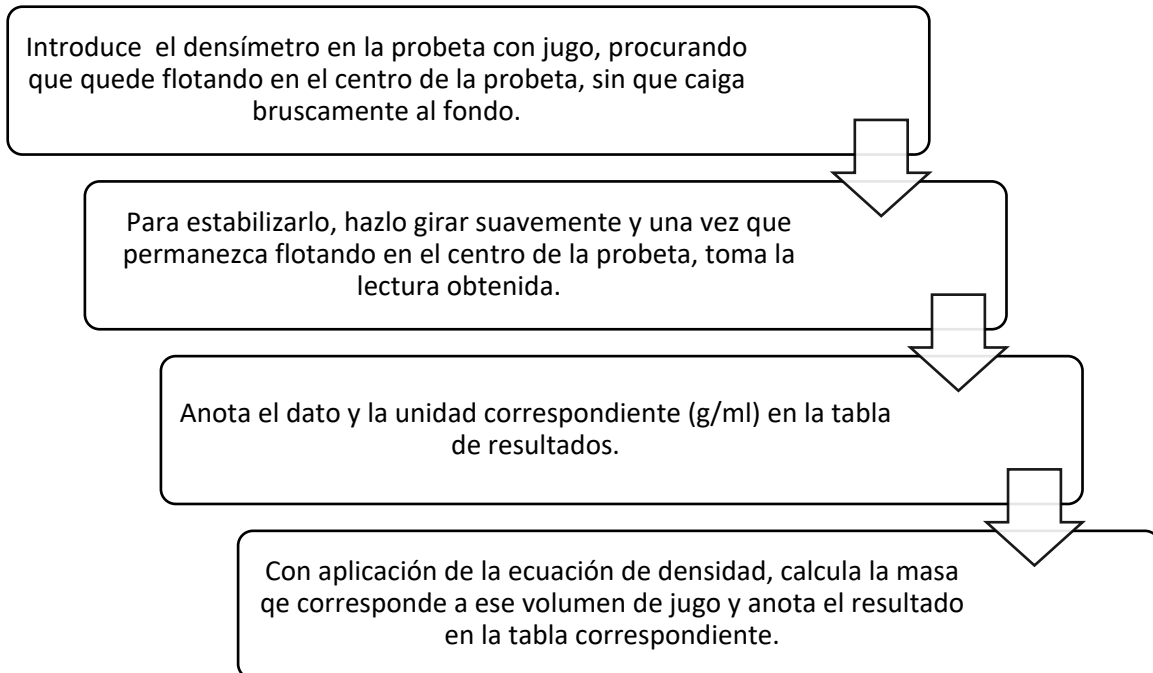
A) Preparación de la muestra de jugo fresco.

1. Deberás traer por lo menos 500 ml de jugo (o hasta 1 litro de jugo) natural y contar con la siguiente información. Es recomendable que el jugo se elabore el mismo día de la práctica o una noche antes y siempre tenerlo en refrigeración.
 - 1.1. Naranjas utilizadas para elaborar 500 ml de jugo natural.
 - 1.2. Masa de las naranjas utilizadas para elaborar 500 ml de jugo natural.
 - 1.3. Costo de las Naranjas utilizadas para elaborar 500 ml de jugo natural.
 - 1.4. **No deberás comprar el jugo natural ya hecho, ya que este está diluido con agua.**
2. Llena una probeta de 500 ml de jugo.

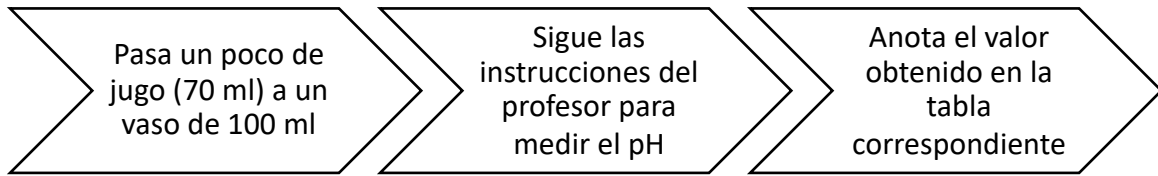
B) Preparación de la muestra de jugo envasado.

1. Lave el envase antes de abrirlo y luego séquelo con una franela.
2. Anota los datos que el fabricante marca en la etiqueta del producto.
3. Agita el contenido del envase y luego procede a abrirlo.
4. Llena una probeta de 500 ml de jugo.

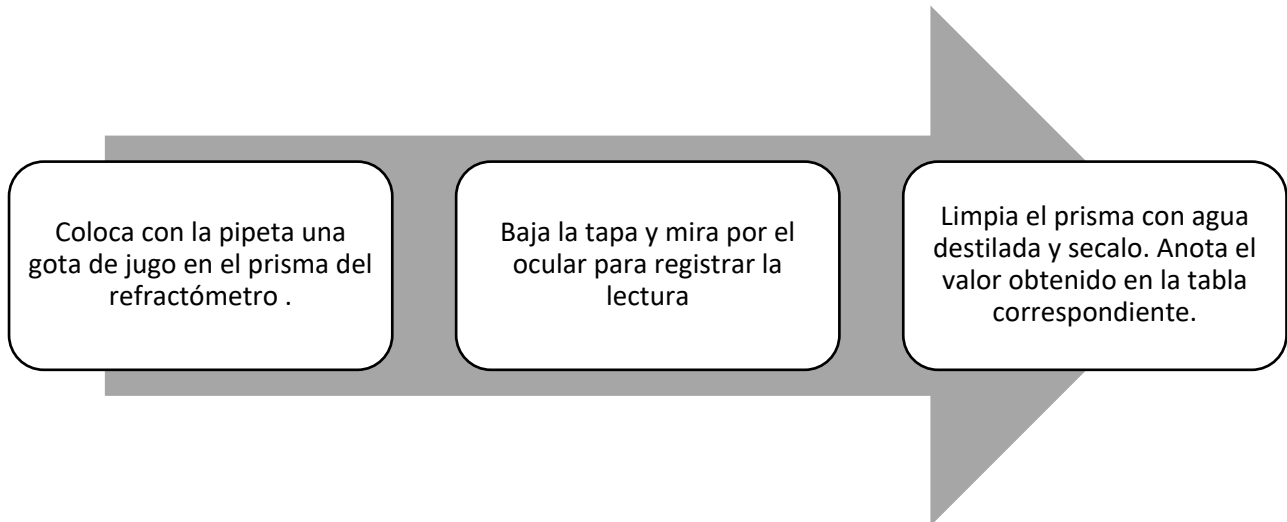
Determinación #1: Densidad



Determinación #2: pH



Determinación #3: Sólidos disueltos



Determinación #4: Porcentaje de fruto aprovechado como jugo

NOTA: esta determinación solo se hace por parte del equipo que trabaja con jugo fresco.

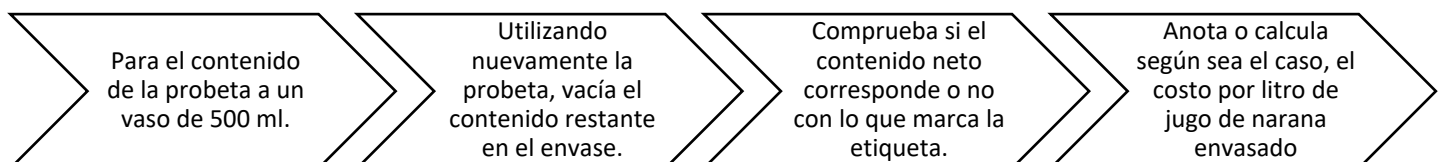
- 1) Calcula el peso del fruto que se aprovecha como jugo, de acuerdo con la siguiente relación:

$$\% \text{ peso de jugo en la naranja} = \frac{\text{peso del jugo}}{\text{peso del fruto}} \times 100$$

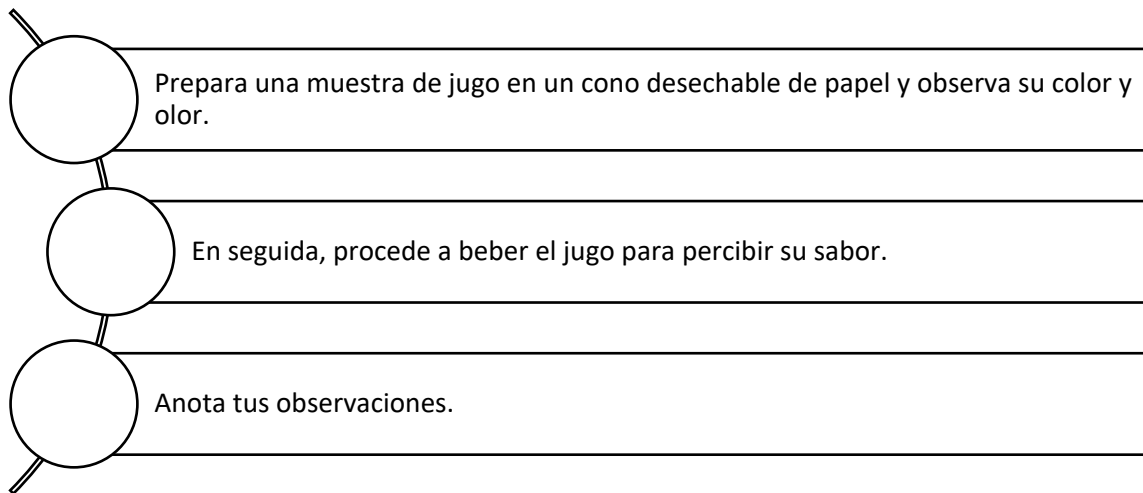
- 2) Calcula el costo que tiene el fruto, por litro de jugo extraído y anota el resultado en la tabla correspondiente.

Determinación #5: Contenido neto

NOTA: esta determinación la hacen solo los equipos que trabajan con jugo envasado.

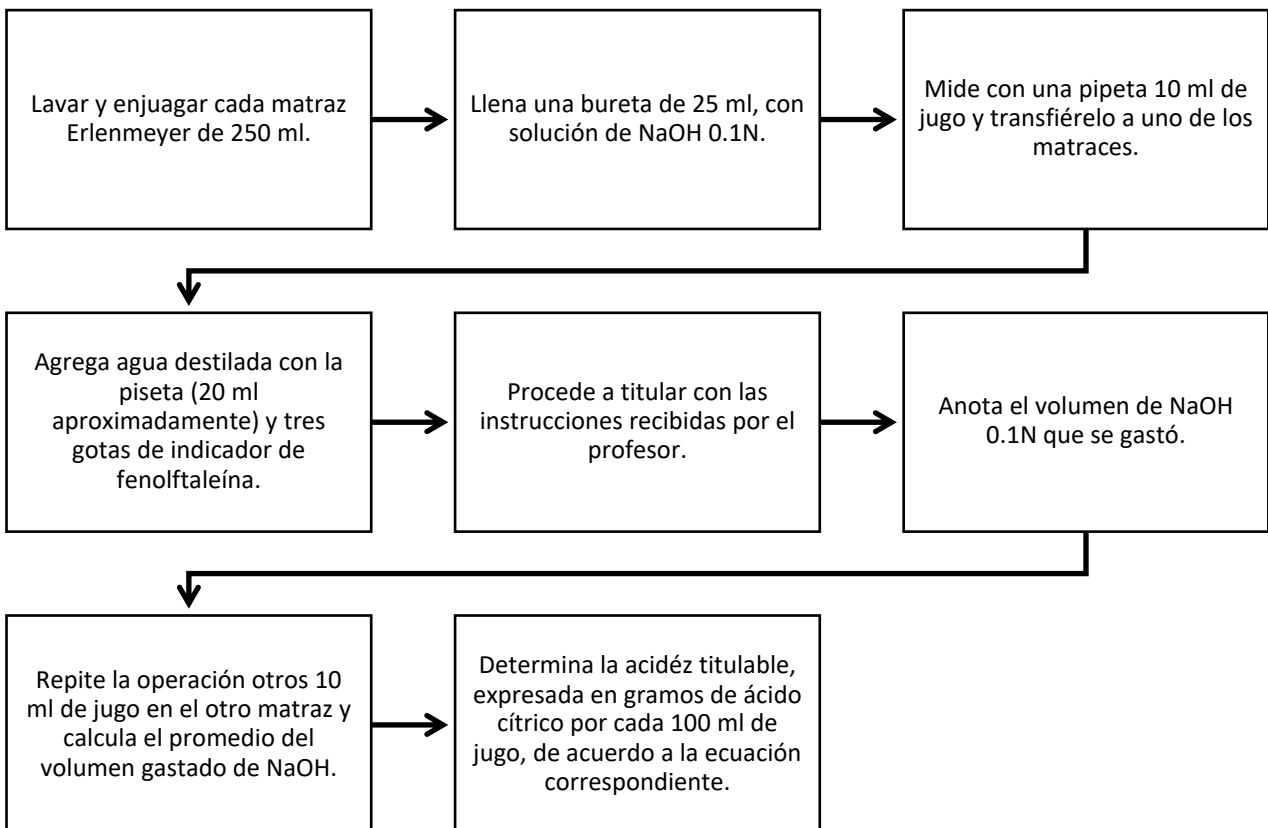


Determinación #6: Pruebas organolépticas o sensoriales



Determinación #7: Acidez Titulable

Esta prueba tiene por objeto, determinar la cantidad de ácido cítrico contenido en 100 ml de jugo, para la cual se hace una titulación que corresponde propiamente a una neutralización entre una base (NaOH) y el ácido del jugo. El momento en el cual se efectúa la neutralización se observa por un cambio de color del indicador, que va de incoloro a rojo.



$$\text{Acidez titulable} = \frac{N \times V_{prom} \times \left(\frac{PM}{3}\right)}{100}$$

donde:

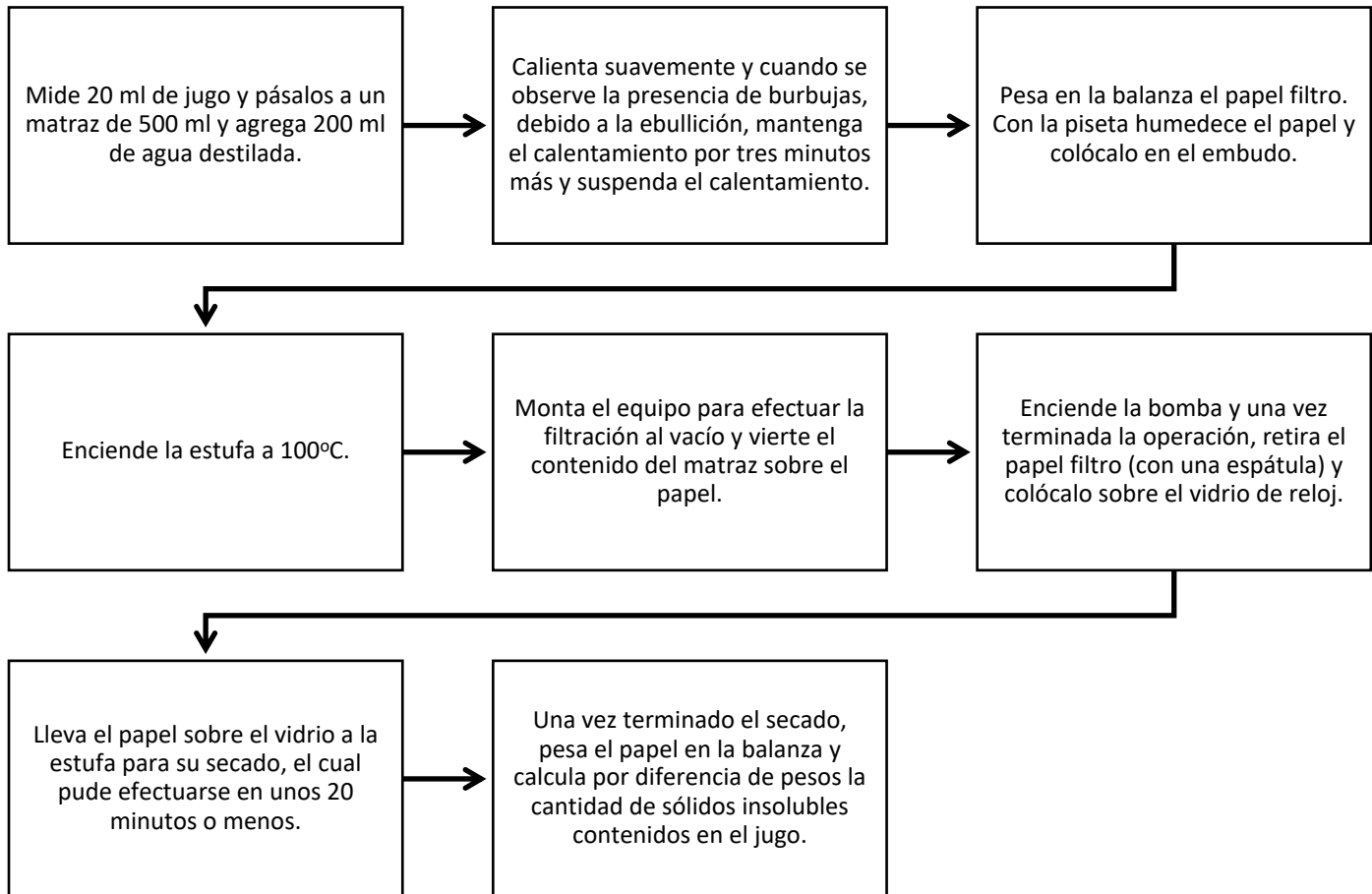
acidez titulable = gramos de ácido cítrico /100 ml o cm³ de jugo

N = concentración normal de NaOH = 0.1

V_{prom} = volumen promedio de NaOH gastado en la titulación en ml

PM = peso molecular del ácido cítrico (C₆H₈O₇) expresado en gramos

Determinación #8: Sólidos insolubles o en suspensión



$$\% \text{ de sólidos} = \frac{\text{masa de sólidos}}{\text{masa total de jugo}} \times 100$$

TABLA DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

Determinación o propiedad	Tipo de Jugo			
	Natural	Comercial 1	Comercial 2	Comercial 3
Volumen (ml)				
Densidad (g/ml)				
Masa (g)				
pH				
Sólidos disueltos (°Brix)				
Contenido neto				
Masa total				
Color				
Olor				
Sabor				
Acidez titulable (g ácido/100 ml)				
% sólidos insolubles				
Costo por litro (\$)				

INFORMACIÓN DEL JUGO DE NARANJA NATURAL.

Naranjas utilizadas para preparar 500 ml de jugo = _____

Costo de las Naranjas utilizadas para preparar 500 ml de jugo = _____

Costo de una naranja = _____

Masa de Naranjas utilizadas para preparar 500 ml de jugo = _____

Masa de 1 naranja = _____

CUESTIONARIO

- 1) Solicite a la Dirección General de Normas, una copia de la Norma Oficial Mexicana para el jugo de naranja NOM-173-SCFI-2009, analice su contenido y anéxela en su reporte escrito.
- 2) ¿Cumple cada uno de los jugos envasados de diferentes marcas comerciales, su contenido neto y lo que marca la Norma Oficial en cuanto a la información de etiqueta? En cualquier caso, explique brevemente.
- 3) De acuerdo con el valor obtenido de pH ¿el jugo de naranja es un ácido o una base. En cualquier caso ¿es fuerte o débil?
- 4) ¿Cómo resultaron ser las pruebas sensoriales para la muestra de jugo que usted analizó, comparadas con los demás jugos?
- 5) ¿Observó alguna materia extraña objetable en su muestra de jugo?
- 6) ¿El jugo envasado contiene algún ingrediente opcional? Explique brevemente.
- 7) Una vez que se conoce el porcentaje de fruto aprovechado como jugo y la densidad del mismo, calcula la cantidad de naranja que se requiere para extraer 1000 litros de jugo. Asimismo, calcule calcula la cantidad de dinero que le costaría este lote de naranja.
- 8) ¿Cómo resultó ser el valor de la acidez titulable en la muestra de jugo que analizaste en comparación con lo que establece la Norma Oficial?
- 9) ¿En qué tipo de jugo hay mayor contenido de sólidos insolubles, en el fresco o en el envasado? ¿Qué interpretación tiene este resultado?
- 10) Después de analizar el total de los resultados de las pruebas de calidad para cada una de las muestras de jugo ¿cuál resulta ser el más económico y a la vez de mejor calidad?

CONCLUSIONES GENERALES

BIBLIOGRAFÍA

ELEMENTOS DE TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

DESODIER, W.N.

Editorial CECSA, México, 1984

ALIMENTOS, Manual de análisis fisicoquímicos

PEREIRA, Fabiola

Editorial Universidad Autónoma de Yucatán, México, 1988

**IPN
UPIICSA
PROCESOS INDUSTRIALES**

PRÁCTICA #5: Estequiometría

OBJETIVOS

- 1) Efectuar cálculos estequiométricos para determinar el rendimiento de una reacción química a partir de datos experimentales.
- 2) Calcular el costo de producción de una reacción química, con base en el costo de las materias primas.

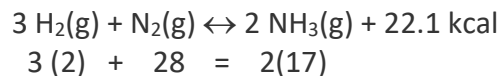
CONSIDERACIONES TEÓRICAS.

La **estequiometría** es la parte de la química que se refiere a la determinación de las masas de combinación de las sustancias en una reacción química.

Esta cuantificación tiene como base la ley de conservación de la masa, establecida por Lavoisier, que establece: “La suma de las masas de los reactivos es igual a la suma de las masas de los productos en un proceso químico”.

Para efectuar cálculos estequiométricos es necesario representar la reacción química por medio de una ecuación balanceada, de la que a su vez es posible obtener información relacionada con el tipo de sustancias que participan en el proceso, propiedades físicas de las mismas, dirección o sentido de la reacción, absorción o desprendimiento de energía calorífica, etc.

Por ejemplo:



De esta ecuación, que representa la producción de amoníaco a partir de hidrógeno y nitrógeno, se puede decir que se trata de una reacción de síntesis, reversible, exotérmica, homogénea, catalizada y en la que 6 unidades de masa de hidrógeno se combinan con veintiocho unidades de nitrógeno, para producir treinta y cuatro unidades de masa de amoníaco. El amoníaco se utiliza para producir fertilizantes.

Estas unidades de masa pueden ser gramos, kilogramos, toneladas, libras, onzas, etc.

Si la unidad de masa se refiere específicamente al PESO MOLECULAR GRAMO, entonces se expresará en gramos, porque el peso molecular es la suma de los pesos atómicos de los átomos representados en la fórmula de una sustancia.

En el caso anterior, el peso molecular del amoníaco es 17 y se encuentra representado dos veces según el balance de la ecuación.

Pesos atómicos: H = 1, N = 14

Peso molecular $\text{NH}_3 = (1 \times 14) + (3 \times 1) = 17$

En un proceso industrial, en el que ocurre una reacción química, es necesario hacer uso de la estequiometría con el fin de establecer un balance de materiales, mismo que conlleva un balance económico al considerar el costo de las materias primas en las cantidades requeridas para una producción pre-establecida.

La estequiometría permite resolver problemas inherentes al cálculo de las cantidades de reactivos para obtener un producto o bien, al cálculo de la cantidad de producto que se obtiene cuando se hace reaccionar una cierta cantidad de reactivo.

Otros factores importantes a considerar en un cálculo estequiométrico son: **pureza de un reactivo** y **rendimiento de una reacción**.

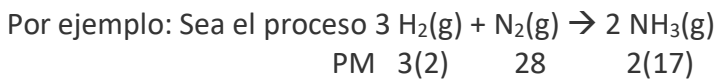
La **pureza de un reactivo** es la relación en la que se encuentra una sustancia en especial, dentro de una muestra.

$$\% \text{ pureza} = \frac{\text{cantidad de sustancia}}{\text{cantidad total de muestra}} \times 100$$

El **rendimiento de una reacción** química indica en qué medida, un reactivo se convierte en producto o bien, en qué cantidad se obtiene un producto, con respecto a una cantidad teórica ideal esperada.

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{\text{cantidad real de producto}}{\text{cantidad teórica esperada}} \times 100$$

Finalmente, con objeto de asegurar que se consuma totalmente un reactivo, se agrega otro en mayor proporción estequiométrica. Al primero se llama **reactivo limitante** y al segundo se le llama **reactivo en exceso**.



Se pregunta ¿qué cantidad de amoníaco se podrá obtener a partir de 100 kg de hidrógeno cuya pureza es del 99% y nitrógeno en exceso, si la eficiencia de la reacción es del 80%?

Solución: los pesos moleculares representan las proporciones definidas en las que se combinan las sustancias, por lo que, para cualquier otra cantidad de reactivo, habrá una cantidad proporcional de producto.

$$\text{kg de NH}_3 = 100 \text{ kg H}_2 \left(\frac{34 \text{ kg NH}_3}{6 \text{ kg H}_2} \right) = 566.66 \text{ kg (cálculo ideal o teórico)}$$

El resultado "real" se obtiene cuando se consideran los factores de pureza y rendimiento.

$$\text{kg de NH}_3 = 566.66 \text{ kg} \left(\frac{99}{100} \right) \left(\frac{80}{100} \right) = 448.79 \text{ kg}$$

Como se ve, la cantidad real de producto disminuye con respecto al cálculo ideal, por los factores antes mencionados.

NOTA: para efectos de cálculo, solo se considera al reactivo limitante y no al exceso.

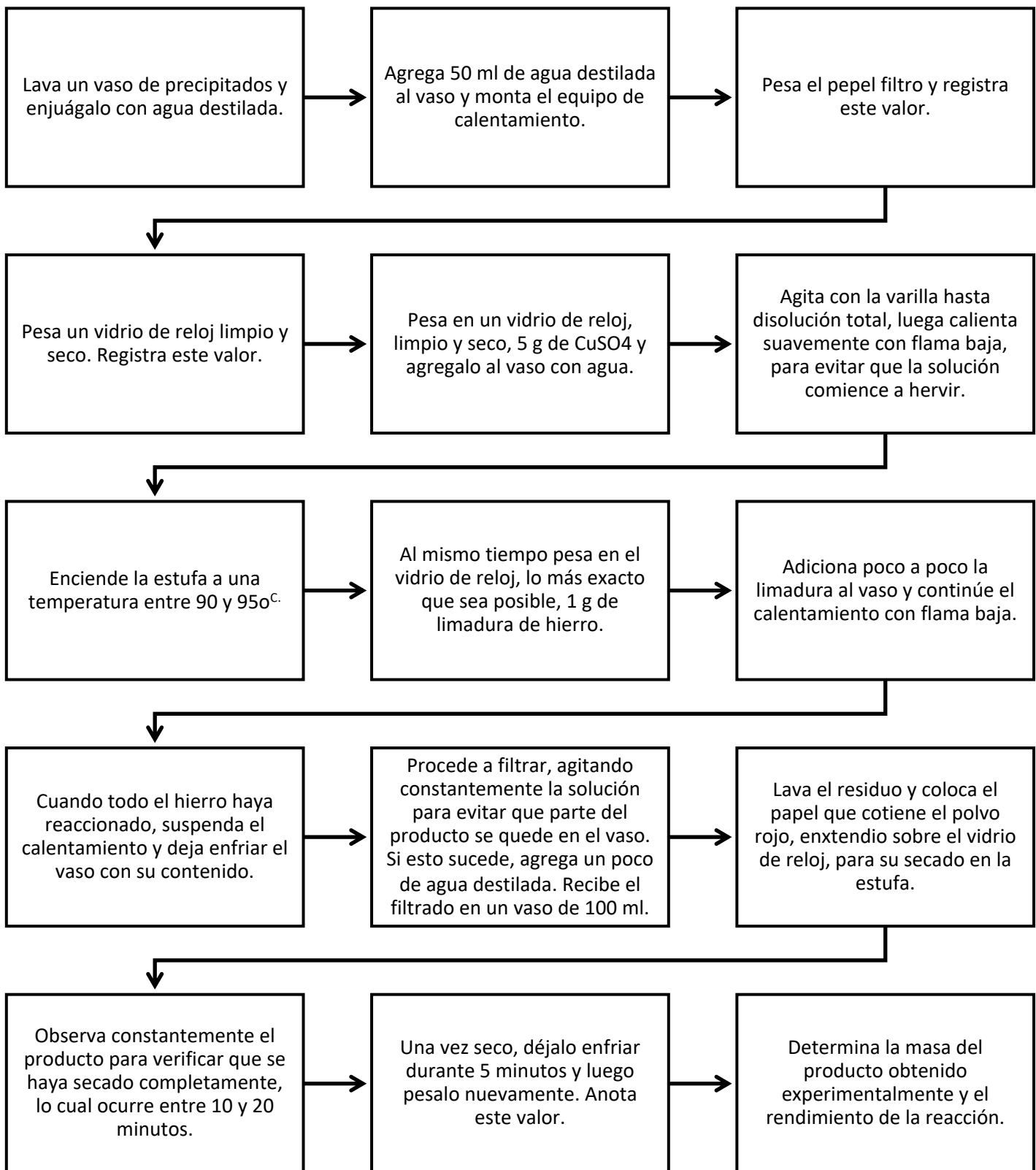
MATERIAL Y EQUIPO

- 1 vaso de precipitados de 100 ml
- 1 vaso de precipitados de 250 ml
- 1 soporte universal con anillo y tela de asbesto
- 1 embudo de tallo largo para filtración simple
- 1 mechero Bunsen
- 1 agitador de vidrio
- 1 pinzas para crisol
- 1 vidrio de reloj
- 1 espátula chica
- 1 hoja de papel filtro
- 1 estufa con termómetro (*)
- 1 balanza digital (*)

SUSTANCIAS

- Limadura de hierro (Fe) de 98.5% de pureza
- Sulfato de cobre (sulfato cúprico) hidratado
 $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (cristales)
- Agua destilada (piseta)

PROCEDIMIENTO



NOTA: el término de la reacción se percibe porque en el fondo del vaso debe hacer un residuo en forma de polvo fino color rojo y en algunas ocasiones porque la solución pierde su color azul.

CUESTIONARIO

- 1) Completa la ecuación de la reacción química de simple sustitución, llevada a cabo en esta práctica, con fórmulas y nombres de las sustancias (productos y reactivos).
$$\text{CuSO}_4 (\text{ac}) + \text{Fe} (\text{s}) \rightarrow$$
- 2) Clasifica este proceso, de acuerdo con su dirección, con el estado físico de las sustancias y de acuerdo con la energía calorífica requerida para llevarlo a cabo.
- 3) ¿Qué sustancia es el polvo rojo que se obtiene como producto principal en esta reacción y qué aplicaciones industriales tiene?
- 4) Calcula la masa de cobre que teóricamente se esperaba obtener, con base en el reactivo limitante.
- 5) ¿Existe diferencia entre el peso esperado teóricamente y el obtenido experimentalmente? Explica.
- 6) Determina el rendimiento de la reacción.
- 7) ¿Qué cantidad de cobre podrá obtenerse a partir de 100 g de hierro con una pureza de 99%, considerando el rendimiento obtenido en el punto anterior?
- 8) Investiga el costo de cada reactivo empleado en esta práctica y calcula el costo total de tu experimento, considerando únicamente las materias primas (agua, sulfato de cobre y hierro)
NOTA: deberás hacer una cotización por lo menos con dos proveedores diferentes.
- 9) ¿Qué te representa, como administrador industrial, el costo de una materia prima y el rendimiento de una reacción química?

CONCLUSIONES GENERALES

BIBLIOGRAFÍA

FUNDAMENTOS DE QUIMICA INDUSTRIAL

CLAUSEN y Mattson
Editorial Limusa, México 1982

PRINCIPIOS DE QUÍMICA

ANDERS y Sonnesa
Editorial Limusa, México 1981

QUÍMICA DE LA MATERIA

PIERCE, James B.
Editorial P.C.S.A., México 1974

FUNDAMENTOS DE QUÍMICA

GARZON G. Guillermo
Editorial McGraw Hill
2da ed., Colombia, 1990

**IPN
UPIICSA
PROCESOS INDUSTRIALES**

PRÁCTICA #6: Elaboración de un jabón de tocador

OBJETIVOS

- 1) Realizar a escala de laboratorio, un proceso industrial para obtener un jabón de tocador (producto terminado), aplicando operaciones y procesos unitarios.
- 2) Interpretar el proceso, mediante un diagrama de bloques.
- 3) Determina el costo de producción, con relación al costo de las materias primas.

CONSIDERACIONES TEÓRICAS.

El **proceso de producción** es el procedimiento técnico que se utiliza para transformar una serie de insumos, aplicando trabajos físicos y/o químicos en los materiales, con objeto de obtener un bien o servicio.

Para lograr este objetivo es necesario contar con una tecnología de producción que incluye el conjunto de conocimientos técnicos, adquisición y manejo de equipo y maquinaria, diversificación y flexibilidad para llevar a cabo un proceso y aspectos tales como la aplicación de normas de calidad.

La finalidad primordial de la tecnología química es la investigación, con objeto de establecer las condiciones óptimas de operación y diseño del equipo para un proceso, con el rendimiento más alto posible a un costo mínimo.

Establecimiento de una planta química

Para establecer una planta química dedicada a la elaboración de un cierto producto, generalmente se desarrolla una serie de etapas definidas, a fin de asegurar la utilidad económica durante la operación normal de la planta, evitando con esto, la posibilidad de no continuar con su explotación. Estas etapas son las siguientes:

Investigación de mercado.

En este tipo de investigación se estudia el índice de consumo y precios del producto, considerando importaciones y/o exportaciones. Se analizan los cinco años anteriores y de acuerdo con las tendencias observadas, se proyecta el consumo y el precio para los cinco años futuros, así como la capacidad de producción.

Selección del proceso

Para un mismo producto puede existir varios procesos de fabricación, por lo que para seleccionar el proceso a desarrollar, se estudian diferentes alternativas, considerando: precio y disponibilidad de materia prima, precio y disponibilidad del equipo y servicios a utilizar. El proceso elegido será el que proporcione mayor número de ventajas económicas.

Determinación del costo de un producto

Los factores que determinan el costo de un producto son precisamente, el proceso que se va a utilizar y el lugar en el que se establecerá la planta, incluyendo los siguientes aspectos: precio de las materias primas, mano de obra (de obreros, personal técnico y administrativo, inversiones en terrenos, edificios, equipos, instrumentos, etc y servicios tales como electricidad, agua y transporte.

Ubicación de la planta

Para ubicar el lugar en el que se ha de establecer una planta industrial se deben considerar los siguientes aspectos: fuente de suministro de materias primas, facilidades de transporte tanto para la materia prima como para el producto, principales centros de consumo, disponibilidad de mano de obra, formas de disposición de los desechos o residuos que se generen, aspectos legales, sociales, políticos y económicos.

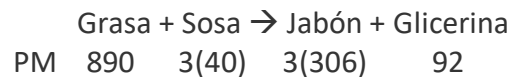
La selección se hará con base en el lugar que proporcione el máximo de ventajas.

Para el desarrollo de esta práctica se ha seleccionado el proceso de obtención de jabón, lo cual ilustra el hecho de que, para transformar una serie de insumos y suministros, se requiere del elemento humano, de la organización del equipo productivo y de un conjunto de operaciones llamado "proceso". Conjuntamente con el producto principal, se obtienen los subproductos y se generan residuos o desechos.

Proceso general de la fabricación de un jabón.

Las grasas y los aceites se hierven en hidróxido de sodio en solución acuosa, hasta lograr una hidrólisis completa. La adición de cloruro de sodio a la mezcla hace que el jabón se precipite. Después de separar el jabón, puede aislarse la glicerina de la fase acuosa por destilación. Los jabones crudos se purifican sometiéndolos a varias precipitaciones y luego, pueden agregarse perfumes y colorantes, si se desea obtener un jabón de tocador. Para obtener un jabón medicinal, se agregan entonces las sustancias que le van a conferir una propiedad específica y si se desea obtener un jabón áspero, se le adiciona arena, carbonatos y otros rellenos o cargas.

La reacción química puede simplificarse de la siguiente manera:



Los números entre paréntesis corresponden a los pesos moleculares o de combinación de las sustancias.

MATERIAL Y EQUIPO

- 1 vaso de precipitados KIMAX de 1000 ml
- 1 vaso de precipitados de 250 ml
- 1 vaso de precipitados de 100 ml
- 1 soporte universal con anillo y tela de alambre
- 1 anillo grande de hierro
- 1 termómetro
- 1 probeta graduada de 50 o de 100 ml
- 1 agitador de vidrio
- 1 balanza digital
- 1 pinzas para crisol
- 1 espátula chica
- 1 mechero Bunsen
- 1 piseta con agua destilada
- papel medidor de pH
- 1 colador de plástico (*)
- moldes pequeños para gelatina (*)

SUSTANCIAS

- Aceite de coco
- Solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 15% en peso
- Solución saturada de sal (NaCl)
- Colorante sólido para jabón
- Aceite esencial
- Agua destilada (en piseta)

(*) este material será aportado por los alumnos de cada equipo

PROCEDIMIENTO

1. Pesa en un vaso de 250 ml 50 g de aceite de coco.
2. Calienta suavemente hasta que el aceite se funda completamente y pasa el contenido a un vaso de 1000ml.
NOTA: el calentamiento debe hacerse sobre una tela de alambre con asbesto y para tomar el vaso deberás auxiliarte con unas pinzas. Retira el mechero para hacer el cambio de vasos.
3. Una vez que el aceite esté en el vaso de 500 ml, colocar el termómetro sujetándolo correctamente con las pinzas, tratando que el bulbo de este toque el aceite fundido
4. Continuar el calentamiento suave, controlando la temperatura entre 70-80°C (evita exceder los 80°C), se sugiere colocar el anillo de metal a unos 8 cm de la boca del mechero y controlar la flama del mechero con el collarín (flama azul), así como un bajo flujo de gas. Sobre el anillo chico se coloca la tela de alambre y sobre esta, el vaso de 1000 ml. El anillo de metal grande servirá para sujetar el vaso durante la reacción y evitar accidentes.
5. Mide 75 ml de solución de NaOH al 15% o 10% en peso (reactivo que estará presente en exceso para hacer que reacciones completamente el aceite de coco).
6. Agrega lentamente la solución de NaOH al vaso que contiene el aceite, observando que esta operación se efectúe en unos 15 minutos, agitando constantemente, con adecuado control de la temperatura.
NOTA: en ningún momento utilice el termómetro como agitador.
7. Después de agregar la solución de NaOH, continúe la agitación durante 30 a 40 minutos, hasta obtener un producto homogéneo y cremoso.
8. Terminado el tiempo de reacción, retira el mechero.
9. Mide 50 ml de solución saturada de sal, adiciónalos al vaso que contiene el producto de la reacción y el calienta suavemente.
10. Filtra el contenido del contenido del vaso utilizado en un colador de plástico, recibiendo la fase líquida (que contiene la glicerina formada como subproducto de la reacción, el exceso de sora y la sal) en un vaso de 250 ml.
11. Lava el producto con 50 ml de solución saturada de sal, separa y vuelve a lavar con otros 50 ml de agua con sal.
NOTA: si es necesario, lava más veces con agua de sal, con objeto de dejar libre al jabón del exceso de sosa (NaOH) o con solución diluida de HCl.
12. Toma con la espátula una pequeña muestra de jabón y llévala a un vaso de 100 ml. Agrega 50 ml de agua destilada y agita para formar una solución jabonosa.
13. Mide y anota el valor del pH de la solución jabonosa.
NOTA: consulta con tu profesor sobre el valor de pH más adecuado para tu producto y con base en esto lava nuevamente el producto o prepáralo para la siguiente etapa.

14. Hacer una prueba, lavándote las manos con el jabón producido. Observa la formación de espuma y percibe si irrita o no la piel.
15. Lleva el vaso de 1000 ml y pasa el jabón. Agrega 0.1 g de colorante y 1 g de aceite esencial.
16. Agita con la varilla de vidrio y si es necesario, calienta suavemente, evitando la formación de espuma.
17. Una vez que el producto tenga un aspecto homogéneo, vacíalo en los moldes.
18. Finalmente, deja enfriar y secar.

CUESTIONARIO

- 1) Utiliza fórmulas condensadas para escribir la ecuación de la reacción que se lleva a cabo en esta práctica.
- 2) ¿Qué nombre recibe esta reacción química o proceso unitario?
- 3) Enlista por separado las operaciones y los procesos unitarios que se efectúan en el proceso de producción del jabón.
- 4) Construye un diagrama de bloques para ilustrar el proceso.
- 5) ¿Qué importancia tiene el control de la temperatura en este proceso y del pH en el producto?
- 6) Determina el costo aproximado de tu producto terminado, considerando únicamente el costo de las materias primas, mismas que deberás cotizar con diferentes proveedores.
- 7) Menciona por lo menos tres empresas dedicadas a la fabricación de jabón de tocador en el país, indicando las diversas marcas que distribuyen.
- 8) Calcula la cantidad teóricamente obtenida de jabón y de glicerina.

CONCLUSIONES GENERALES.

BIBLIOGRAFÍA

QUÍMICA ORGÁNICA

DEVORÉ/ Muñoz Mena

Editorial P.C.S.A.

México, 1978

MÉTODOS DE LA INDUSTRIA QUÍMICA (ORGÁNICA)

MAYER, Ludwig

Editorial Reverté

España, 1975

MANUAL DE PROCESOS QUÍMICOS EN LA INDUSTRIA (TOMO II)

AUSTIN, George T.

Editorial McGraw Hill

México, 1985

RECETARIO INDUSTRIAL

HISCOX/Hopkins

Editorial Gustavo Gili

España, 1981