



2020

Módulo III. Equipos de laboratorio

Elaborado por:
Sandra Milena Bonilla Castañeda
Kiara Jaidine Gutiérrez Quiceno
Francy Julieth Osorio Vélez
María Victoria Sánchez Escobar

Escuela de Tecnología Química
Universidad Tecnológica de Pereira

Tabla de contenido

Introducción	6
1. Equipos de calentamiento	7
Horno	7
Mufla	9
Estufa	12
Placa de calentamiento	13
Baño termostático	15
Manta de calentamiento	17
Mechero	18
2. Equipos Instrumentales básicos	20
pH metro	20
Refractómetro	22
Polarímetro	24
Conductímetro	26
Turbidímetro	31
3. Equipos Instrumentales gruesos	32
Espectrofotómetro	32
Absorción atómica	38
Cromatógrafo de gases (GC)	40
Cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas triple cuadrupolo (GC-MS/MS)	43
Cromatógrafo de Líquidos de alta eficiencia (HPLC)	45
Calorímetro diferencial de barrido (DSC/TGA)	47
Espectrofotómetro Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR)	49
4. Equipos Auxiliares	51
Centrífuga	51
Autoclave	53
Microscopio Estereoscopio	56
Microscopio	58
Agitador magnético	60
Incubadora	62
Agitador vórtex	63

Bomba de vacío.....	65
Fusiómetro	67
Floculadores	68
Ultrasonido.....	69
Rota evaporador.....	69
Digestor – Scrubber de Nitrógeno.....	72
Bomba calorimétrica.....	73
Bibliografía	75

Índice de figuras

Figura 1. Horno de laboratorio	7
Figura 2. Mufla de laboratorio	9
Figura 3. Estufa de una hornilla utilizada en el laboratorio.....	12
Figura 4. Placa de calentamiento	13
Figura 5. Parte posterior de la placa de calentamiento.....	14
Figura 6. Baño María o baño termostático.....	15
Figura 7. Manta de calentamiento.....	17
Figura 8. Mechero Bunsen	18
Figura 9. Partes de un mechero Bunsen	19
Figura 10. pH metro.....	20
Figura 11. pH metro de suelo.....	21
Figura 12. pH metro de agua.....	21
Figura 13. Refractómetro.....	22
Figura 14. Polarímetro.....	24
Figura 15. Componentes de un polarímetro	25
Figura 16. Conductímetro.....	26
Figura 17. Esquema de funcionamiento de un conductímetro.....	27
Figura 18. Turbidímetro	31
Figura 19. Espectrofotómetro.....	32
Figura 20. Equipo de Absorción Atómica.....	38
Figura 21. Cromatógrafo de gases.....	40
Figura 22. Esquema de un cromatógrafo de gases.....	41
Figura 23. Cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas triple cuadrupolo (GC-MS/MS).....	43
Figura 24. Esquema del analizador de triple cuadrupolo	44
Figura 25. Cromatógrafo de Líquidos de alta eficiencia (HPLC).....	45
Figura 26. Esquema de un HPLC	46
Figura 27. Calorímetro diferencial de barrido (DSC/TGA).....	47
Figura 28. Espectrofotómetro Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR).....	49
Figura 29. Esquema de funcionamiento de un FTIR	50
Figura 30. Centrífuga.....	51

Figura 31. Autoclave.....	53
Figura 32. Microscopio Estereoscopio	56
Figura 33. Esquema de los dos tipos de microscopio estereoscópico	58
Figura 34. Microscopio	58
Figura 35. Partes de un microscopio	59
Figura 36. Agitador magnético y magnetos	60
Figura 37. Incubadora.	62
Figura 38. Agitador Vórtex.....	63
Figura 39. Partes del agitador Vórtex	63
Figura 40. Bomba de vacío	65
Figura 41. Funcionamiento de la bomba de vacío.....	65
Figura 42. Fusiómetro.....	67
Figura 43. Floculadores.....	68
Figura 44. Ultrasonido	69
Figura 45. Rota evaporador.....	70
Figura 46. Scrubber de nitrógeno.....	72
Figura 47. Bomba calorimétrica	73

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de celda utilizados en espectrofotometría.	36
Tabla 2. Componentes de una centrifuga de laboratorio	51
Tabla 3. Tipos de autoclave.....	53
Tabla 4. Etapas de funcionamiento de la autoclave	54
Tabla 5. Parámetros que hay que controlar en una autoclave.	54

MÓDULO III. EQUIPOS DE LABORATORIO

INTRODUCCIÓN

Mediante los equipos de laboratorio son posibles los experimentos, controles de procesos y controles de calidad, en las diferentes áreas que son utilizados: procesos industriales, investigación y academia. Son las herramientas de trabajo más importantes en la tecnología de laboratorios.

En un laboratorio es fundamental conocer el funcionamiento y los componentes de cada uno de los instrumentos, por más pequeños que estos sean, para evitar errores o descuidos futuros que puedan arruinar todo un estudio o una investigación.

Algunos componentes que se deben tener en cuenta en el manejo y mantenimiento de los equipos son: envejecimiento de sus partes, los cambios de temperatura y el estrés mecánico que soportan los instrumentos, esto deteriora poco a poco sus funciones. Cuando esto sucede, los ensayos y las medidas comienzan a perder confianza y se refleja en la calidad de los reportes. Este tipo de situaciones pueden ser evitadas, por medio del buen uso y cuidado permanente de los mismos, esto con el fin de minimiza el riesgo de fallo y asegurar la continua operación de los instrumentos, logrando de esta manera extender su vida útil.

En este módulo se presentarán los equipos utilizados en la academia, sus usos y los cuidados que se deben tener en el momento de su operación, además de sus partes y/o preparación de muestras, para garantizar un funcionamiento eficiente.

1. EQUIPOS DE CALENTAMIENTO

- Horno:



Figura 1. Horno de laboratorio. [2]

En casi todos los laboratorios se suele precisar de la aplicación de calor en varios de sus procesos, para cocer, secar, fundir, dilatar, desgasificar, realizar diversos tratamientos de envejecimiento, térmicos, etc., los cuáles pueden efectuarse en estufas u hornos estáticos o bien continuos, con recirculación forzada de aire o bien con atmósferas de protección, trabajando a temperaturas comprendidas entre 50 y 1.250 °C.

Estas estufas hasta 450 °C o bien los hornos hasta 1.250 °C, están contruidos por módulos de chapa plegada con refuerzos y rellenos de lana de roca, fibra cerámica, o bien con materiales refractarios, con espesores variables en función de la temperatura de trabajo.

La regulación es siempre automática, para ajustar la potencia de calefacción a lo estrictamente necesario y mantener constante la temperatura de trabajo programada. Para controles especiales se instalan microprocesadores proporcionales de tiempo-temperatura. Las cargas se depositan en el interior de las muflas directamente o sobre bandejas especiales. Cuando los procesos de trabajo lo precisan, disponen de registros de entrada de aire y evacuación de gases, toma de muestras, seguridades antiexplosivas, etc.

Aparte de los tipos estándar, se fabrican todo tipo de estufas y hornos especiales continuos, lineales, rotativos, giratorios aéreos, con sistema de calefacción eléctrico o por combustión y en los casos que el proceso lo requiere, se equipan con recirculación forzada de aire, atmósfera interior de protección o bien con vacío.

Sea cual sea el medio calefactor (electricidad, gas, gasoil, etc.) se debe garantizar una gran uniformidad de la temperatura en todo el recinto útil de calentamiento. Estos hornos se fabrican adaptados a las dimensiones que precise cada cliente, en función de las dimensiones de las piezas y del espacio disponible.

Durante el desarrollo del trabajo de laboratorio, es necesario secar y esterilizar los recipientes de metal y de vidrio de común uso en el mismo, también se usa para deshidratar reactivos o muestras de laboratorio, para ello, estos recipientes se colocan dentro de la estufa la cual mediante calor seco a una temperatura de 180 °C y durante un tiempo de unas dos horas, realiza el proceso de esterilización de todo el material que se haya introducido en la cavidad de secado, eliminando la posibilidad de que persista cualquier actividad biológica en los recipientes.

Funcionamiento del equipo:

1. Enchufar el equipo a la red y encenderlo.
2. Ajustar la temperatura a la que queremos trabajar, y esperar hasta ésta sea alcanzada.
3. Introducir el material dentro del horno.
4. Esperar el tiempo necesario para secar el material.
5. Dejar enfriar el material y el horno.
6. Sacar el material y apagar el equipo.

Limpieza y desinfección

Las operaciones de limpieza deben realizarse siempre con el equipo apagado y desconectado de la red.

La limpieza periódica de la cámara interior, de acero inoxidable, evita la formación de restos que en efecto continuo puede mermar tanto el aspecto de ésta como su funcionalidad.

Las superficies metálicas de la estufa pueden limpiarse con productos de limpieza para acero inoxidable como por ejemplo agua jabonosa con un paño suave o gasa. Aclarar con agua destilada y dejar secar.

El panel de mando, los módulos de servicio, así como otras partes de plástico de las estufas no deben limpiarse con productos de limpieza que contengan productos agresivos tales como disolventes.

Hay que evitar introducir objetos oxidados o que puedan oxidarse en contacto con la cámara interior o la carcasa de acero inoxidable. Si se producen puntos de óxido en la superficie de la cámara de trabajo, éstos deben ser limpiados y pulidos de inmediato. [1]

- **Mufla:**



Figura 2. Mufla de Laboratorio [2]

Las muflas son **cámaras cerradas de alta temperatura**, construidas con materiales refractarios aislantes. Lo que significa que resisten altas temperaturas sin verse afectados. Esta cámara es capaz de llegar a los 1700°C y posee un orificio de visualización.

Tiene una puerta que permite el acceso a la cámara y un agujero superior para expulsar los gases. Al utilizar la mufla debes **introducir solo materiales refractarios** pues son los únicos adecuados para soportar las altas temperaturas que alcanza.

En este instrumento de laboratorio el aumento de la temperatura se da de forma regulada y progresiva a través de sus mecanismos de control. En el caso de las muflas eléctricas llegan un máximo de 1100 °C aunque variará dependiendo del modelo. [2]

La función de la mufla es alcanzar altas temperaturas y de allí se derivan todos los usos que pueden dársele. **Alcanzando entre 1100°C y 1700°C** la mufla es el instrumento de laboratorio que más altas temperaturas alcanza.

Su diseño permite tener un control sobre la muestra ingresada al instrumento, algo muy difícil de obtener con otros tipos de hornos; pero muy necesario para controlar el procedimiento. Aunque ciertamente la mufla no suele emplearse en procesos para calentar muestras con mayor control, se sigue requiriendo de una supervisión de la muestra.

La mufla hace entonces la función de horno, **pero permitiendo determinar y monitorear** hasta cierto punto las condiciones de la muestra que estás sometiendo a altas temperaturas. De una manera segura y conveniente.

Uno de los usos más comunes en el laboratorio es el de calcinado; la calcinación es el proceso en el que sometes un **elemento a altas temperaturas hasta descomponerlo**. Este proceso posee muchas funciones, eliminar la humedad absorbida, el dióxido de carbono u oxidar la sustancia. También hay procesos de análisis de muestras que se hacen a partir de las cenizas de estas.

La mufla constituye parte fundamental de los análisis gravimétricos, los cuales consisten en determinar los elementos y proporciones en las que componen una muestra. Esto debido a que uno de los pasos implica el secado y calcinado de los precipitados, etapas realizadas utilizando la mufla.

¿Cómo usar la mufla?

La mufla es un instrumento que debe ser utilizado con cuidado para evitar accidentes debido a que trabaja a altas temperaturas. Una vez establecidas las normativas de seguridad es sencillo de utilizar, pero es aconsejable conocer el instrumento antes de usarlo.

Una de las cosas que debes tener en cuenta es la temperatura necesaria para poder usarse; que es una temperatura **ambiente de entre 15°C a 40°C** con una humedad relativa del 80% pero ¿por qué este punto es importante?

La respuesta es que operar la mufla fuera de estas condiciones puede entorpecer su funcionamiento llegando incluso a dañar el aparato.

Lo primero que debes hacer es asegurarte de cumplir con las medidas de seguridad, como usar el equipo adecuado y dejar la mufla al menos unos **15 cm alejada de otros objetos** para que el calor circule con libertad.

Seguidamente revisa que esté conectado a una fuente de alimentación y procede a introducir la muestra. Una vez hecho esto puedes programar la temperatura.

Otros cuidados que deben ser acotados son: no conectarla a un multiconector ni ninguna conexión que pueda sobrecalentarse. Al igual que las medidas de seguridad, como no mantenerse frente a la mufla mientras ésta opera. Teniendo estos puntos en cuenta, el resto de su funcionamiento es bastante sencillo.

Tipos de muflas

Las muflas se **diferencian por su fuente de alimentación**; en las que se distinguen de dos tipos, las que funcionan por combustibles y las eléctricas. Esta diferencia incide en las temperaturas que pueden alcanzar; siendo la mufla de combustible de mayor potencia, aunque no la más usada.

- Mufla de combustible

La mufla de combustible alcanza **temperaturas de hasta 1700°C** y es usada cuando se requieren temperaturas de más de 1200°C. El combustible que utiliza es gas propano o gas natural y esta conexión debe estar alejada de la cámara de la mufla para no contaminar la muestra. Estas muflas son mayormente usadas para tratamiento térmico.

- Mufla eléctrica

Por su parte la mufla eléctrica llega a un **máximo de 1100°C o 1200°C** y es la más usada en los laboratorios por su cómodo tamaño. Se fabrican para redes de 220 VAC y tienen

un alto consumo eléctrico; su capacidad es menor que la de combustible, pero normalmente esto no presenta inconvenientes.

La mufla eléctrica es la preferida para el uso de laboratorio por su tamaño además que no existe peligro de contaminación de la muestra; 1200°C es de hecho una temperatura suficiente para la mayoría de los procedimientos en los que se requiere utilizar la mufla. No obstante, la mufla de combustible es igualmente utilizada debido a su potencia.

Característica de la mufla

Para familiarizarse con la mufla y entender plenamente su funcionamiento es necesario conocer las partes que la conforman. La mufla requiere cierto mantenimiento o más bien calibración anual, pero conocer el debido funcionamiento de sus partes te ayudará a determinar que funciona con normalidad.

- **Cámara Interna:** Construida en aluminio y sílice para resistir las altas temperaturas. La parte superior de la cámara cuenta con un orificio para expulsar gases o introducir un termómetro para verificar la temperatura.
- **Elementos calefactores:** se encuentran dentro de la cámara, su función es distribuir homogéneamente la temperatura.
- **Termocupla:** Sensor que indica la temperatura a la que se encuentra la cámara.
- **Temporizador:** Se utiliza para programar el tiempo de trabajo en el que operará la mufla.
- **Control de temperatura:** Este suele ser de tipo PID para evitar picos de temperatura, sirve para programar la temperatura en la operara la mufla. Los controles analógicos tienen un margen de error más amplio.
- **Interruptor de seguridad:** Este se encuentra en la puerta que da acceso a la cámara; funciona cortando la alimentación de energía para que decrezca la temperatura.

Como puedes observar la mufla cuenta en si con dos partes, el cuerpo y su estructura que contiene la cámara donde se introduce la muestra y su sistema de control; donde están todos los controles operativos para programar y operar la mufla.

Importancia de la mufla

Hay muchos procedimientos de laboratorio que requieren la aplicación de altas temperaturas; más aún el poder aplicarla de forma homogénea y controlada para asegurar los resultados del procedimiento. El realizar este procedimiento en **otro tipo de hornos podría exponer la muestra a contaminación.**

Sin mencionar que implicaría un riesgo mayor a la seguridad del que está tratando la muestra. La mufla deviene entonces como el instrumento ideal para trabajar a altas temperaturas con muestras en el laboratorio, disminuyendo el riesgo para el ejecutante sin comprometer su eficiencia ni funcionamiento. [3]

- **Estufa:**



Figura 3. Estufa de una hornilla utilizada en el laboratorio. Fuente: Alkosto: <https://www.alkosto.com/cocineta-haceb-arezzo-elec-1-1p-g?fuelle=google&medio=cpc&campaign>

La estufa eléctrica de una sola hornilla es compacta, pequeña, ligera y fácil de limpiar con gran potencia y resistencia tubular que brinda estabilidad a los recipientes y con perilla en tres posiciones, para regular la temperatura (cero-medio-alto). Perfecta para calentar soluciones en laboratorio, fácil de acomodar ya que su tamaño pequeño se acomoda a cualquier espacio como mesones y cabinas de extracción.

Características:

- 1 puesto eléctrico
- Resistencia eléctrica tubular
- Acabado en esmalte porcelanizado
- Voltaje 120 V
- Frecuencia 60 Hz
- Potencia 1100 W
- Dimensiones: Alto: 10,8 cm x ancho: 32,5 cm x profundo: 32,7 cm
- Peso Bruto 1,5 Kg

Usos de la estufa de una hornilla

La estufa eléctrica de una sola hornilla es utilizada habitualmente en el laboratorio, en el calentamiento de agua, en pequeños montajes baño maría, calentamiento de soluciones a diferentes concentraciones, montajes de destilación simple, fraccionada y extracción soxhlet.

Precauciones

Garantizar el voltaje óptimo para su funcionamiento, dado que uno mayor o menor puede generar un disparo de los tacos, o también no encendería la estufa. Cuando se dé un vertimiento sobre la resistencia de calentamiento, debe apagarse la estufa, esperar un poco y posteriormente limpiar con una toalla húmeda

- **Placa de calentamiento (Heating plate):**



Figura 4. Placa de calentamiento de laboratorio.[2]

La Plancha de Calentamiento o Placa Calefactora es un aparato utilizado principalmente en laboratorios de química para transferir calor de forma precisa, controlada y uniforme a una sustancia. Ésta sustancia se puede encontrar en un recipiente de fondo plano, usualmente matraces o vasos de precipitado (beaker).

Cuenta con un control de temperatura que permite regular la emisión calorífica. Además, puede ser usada por tiempo indefinido.

Usos de la placa de calentamiento

Las placas de calentamiento son utilizadas por lo general para cubrir varios procesos de calentamiento en el laboratorio. Especialmente de química. Como, por ejemplo, calentar soluciones de forma controlada. Son idóneas en procesos de control de calidad.

Partes de la parrilla de laboratorio

En el panel frontal del equipo se pueden apreciar las siguientes partes:

- Interruptor de encendido/apagado
- Control de temperatura

El control de temperatura que como bien su nombre lo indica, es el encargado de controlar y regular la temperatura. De acuerdo con las necesidades de usuario en cuanto a precisión se refiere, el control puede ser de tipo Análogo o Digital Tipo PID. Con el control digital se logra mayor precisión con respecto al análogo. Esto gracias a que es desarrollado con microprocesadores, además de que puede incluir mayores funcionalidades.

Desde una vista superior se aprecia la superficie de calentamiento. La cual dependiendo el modelo si es multi-puesto, podríamos ver el número de los platos o puestos que posee la plancha donde se coloca la muestra a calentar. Pueden variar desde uno (1), dos (2), cuatro (4) y seis (6) puestos. Los cuales son los modelos más comunes.

La superficie de calentamiento puede ser fabricada en aluminio o en cerámica. Usualmente se fabrican en estos tipos de material ya que proporcionan una excelente homogeneidad de temperatura y gran resistencia a sustancias químicas. Esto puede variar de acuerdo con el fabricante. Aunque la cerámica es mucho más susceptible a quebrarse fácilmente, a diferencia del aluminio es más resistente a impactos. El tamaño

estándar oscila entre 13 cm y 18 cm. Aunque se pueden encontrar en el mercado modelos de tamaño más grande.

Estos equipos pueden calentar una temperatura máxima de hasta 500°C. Esto es posible gracias a un elemento calefactor el cual va empotrado en la parte interna de la superficie de calentamiento. Por otro lado, en los modelos digitales pueden contar con un sistema de protección por sobrecalentamiento. El cual activa una alarma audible cuando el equipo sobrepasa la temperatura máxima de uso. Esto con el fin de evitar daños provisionales o permanentes del aparato.

En la parte posterior usualmente se puede apreciar las siguientes partes:

- Toma de alimentación para el cable de poder
- Puerto del fusible para protección por corto circuito
- Puerto para sonda externa de temperatura (puede variar según el modelo y fabricante)
- Placa con las especificaciones técnicas de alimentación y consumo



Figura 5. Parte posterior de la placa de calentamiento. [2]

Tipos de parrillas de calentamiento

Este tipo de equipos usualmente se encuentran de dos clases:

- Plancha de calentamiento sin agitación o simplemente plancha de calentamiento
- Plancha de calentamiento con agitación, también denominada agitador magnético sin calefacción.

Ésta última aparte de contar con todas las características hasta acá descritas, posee un mecanismo magnético capaz de agitar líquidos. El cual puede usarse de manera simultánea o por separado con el sistema de calentamiento. De este modo amplía sus funcionalidades y se puede adaptar fácilmente a múltiples procesos de calentamiento y agitación de uso frecuente en el laboratorio.

Adicionalmente estos equipos cuentan con una variedad de accesorios e insumos, los cuales pueden ayudar a mejorar sus funcionalidades.

Precauciones de uso de la plancha de calentamiento

Estas son algunas recomendaciones que debe tener en cuenta a la hora de operar un equipo de este tipo. Estas son dadas en términos generales y modo de guía. Y también pueden variar según las especificaciones e instrucciones de uso, de acuerdo al fabricante.

- Sitúe el instrumento sobre una superficie firme y nivelada alejada de materiales termo sensibles o inflamables.
 - El instrumento no debe ser usado con líquidos inflamables o en atmósferas peligrosas.
 - No mueva ni transporte nunca el instrumento hasta haberlo desenchufado y dejado enfriar lo suficiente para no causar un daño de la unidad o lesiones personales.
 - Nunca mueva o transporte el instrumento con recipientes en la placa superior o mientras el instrumento esté conectado al suministro eléctrico.
 - Para evitar quemaduras, no toque o no se apoye sobre el equipo sin ninguna clase de protección térmica. Use guantes, delantal y demás protección necesaria.
 - Tampoco nunca coloque recipientes de vidrio fríos sobre la superficie de calentamiento si ésta ya se encuentra caliente. [4]
-
- **Baño Termostático o Baño María (Hot water bath):**



Figura 6. Baño María o baño termostático. [2]

El Baño de María es un equipo de laboratorio el cual está conformado como un recipiente lleno de agua caliente. El baño de maría se utiliza para incubar muestras en agua a una temperatura constante durante un largo período de tiempo. Todos los baños de agua tienen una interfaz digital o analógica que permite a los usuarios establecer la temperatura deseada. Las aplicaciones incluyen calentamiento de reactivos, fusión de sustratos o incubación de cultivos celulares. También se utiliza para permitir que ciertas reacciones químicas se produzcan a altas temperaturas. El baño de maría es una fuente de calor preferida para calentar productos químicos inflamables en lugar de una llama abierta para evitar la ignición.

Se utilizan diferentes tipos de baños de agua dependiendo de la aplicación. Para todos los baños de agua, se puede utilizar hasta 99.9 °C. Cuando la temperatura está por encima de 100 °C, se pueden utilizar métodos alternativos tales como baño de aceite, baño de silicona o baño de arena.

Tipos de Baño María.

Baños de María con Agua Circulante

La circulación de los baños de son ideales para aplicaciones en las que la uniformidad y consistencia de la temperatura son críticas, como los experimentos enzimáticos y serológicos. El agua se hace circular a fondo por todo el baño, dando como resultado una temperatura más uniforme.

Baños de María con Agua No Circulante

Este tipo de baño de agua se basa principalmente en la convección en lugar de agua que se calienta uniformemente. Por lo tanto, es menos preciso en términos de control de temperatura. Además, hay complementos que proporcionan la agitación a baños de agua no circulantes para crear una transferencia de calor más uniforme.

Baños de María con Sacudido

Este tipo de baño de agua tiene un control adicional para agitar, que mueve los líquidos. Esta función se puede activar o desactivar. En las prácticas microbiológicas, la agitación constante permite que los cultivos celulares cultivados en líquido cultivados se mezclen constantemente con el aire agitación constante permite que los cultivos celulares cultivados en líquido cultivados se mezclen constantemente con el aire.

Precauciones

- No se recomienda utilizar baños de agua con reacciones pirofóricas o sensibles a la humedad. No caliente un fluido de baño por encima de su punto de inflamación.
- El nivel del agua debe ser monitoreado regularmente, y llenado solamente con agua destilada. Esto es necesario para evitar que las sales se depositen en el calentador.
- Los desinfectantes se pueden agregar para prevenir el crecimiento de organismos.
- Suba la temperatura a 90 °C o más a una vez a la semana durante media hora con el propósito de descontaminación.
- Los marcadores tienden a salir fácilmente en baños de agua. Utilice resistentes al agua.
- Si la aplicación implica líquidos que emiten vapores, se recomienda operar el baño de agua en campana extractora o en un área bien ventilada.
- La cubierta se cierra para evitar la evaporación y para ayudar a alcanzar altas temperaturas.
- Instalar en una superficie estable lejos de materiales inflamables. [2]

- **Manta de Calentamiento (Hot plate):**



Figura 7. Manta de calentamiento. [2]

Dentro de la química orgánica y analítica suelen utilizarse sustancias peligrosas de manipular, por lo tanto, algunos compuestos inflamables deben ser calentados utilizando diversos equipos de laboratorio especializados en dicha tarea.

Una de los aparatos que mayormente se usa para el calentamiento de diversos compuestos peligrosos son las mantas de calentamiento.

Las mantas de calentamiento son equipos que proveen una transferencia de calor segura para calentar la mayoría de los recipientes, pues el calor que éstas proveen puede ser ajustado o regulado con un transformador variable de acuerdo a las necesidades que se requieran.

Las mantas eléctricas deben protegerse de los derrames químicos y de las atmósferas corrosivas, en la medida de lo posible, en caso contrario, su uso se torna peligroso.

Usos y aplicaciones de las mantillas de calentamiento

Las mantas de calentamiento, al estar disponibles en una variedad de formas y tamaños. Pueden ser utilizadas en educación media superior y para necesidades básicas en laboratorios de análisis y control de calidad. [5]

Es un aparato auxiliar que permite calentar diferentes tipos de muestras o sustancias químicas, el rango de temperatura que abarca el manto calefactor va de 0 a 450° C.

Modo de uso:

La muestra o líquido para calentar se coloca en un balón de fondo redondo, el cual se conecta a su vez a un refrigerante, ya sea para llevar a cabo una destilación, o para desarrollar un calentamiento por reflujo. Luego pone el balón que contiene la muestra dentro del manto y se comienza el gradiente de temperatura.

Precaución: Todo sistema de calefacción requiere ser vigilado permanentemente para evitar derrames, sobrecalentamiento, o evaporación de líquidos por sistemas que no queden bien herméticos. [6]

- **Mechero (Burner):**



Figura 8. Mechero Bunsen. [2]

El mechero bunsen es un instrumento utilizado en laboratorios para calentar muestras y sustancias químicas. El mechero bunsen está constituido por un tubo vertical que va enroscado a un pie metálico con ingreso para el flujo de gas, el cual se regula a través de una llave sobre la mesa de trabajo. En la parte inferior del tubo vertical existen orificios y un anillo metálico móvil o collarín también horadado. Ajustando la posición relativa de estos orificios (cuerpo del tubo y collarín respectivamente), los cuales pueden ser esféricos o rectangulares, se logra regular el flujo de aire que aporta el oxígeno necesario para llevar a cabo la combustión con formación de llama en la boca o parte superior del tubo vertical.

Técnica de encendido y de regulación del Mechero Bunsen

El uso efectivo del mechero durante una práctica de laboratorio implica ser capaces de encender y regular el mismo de manera tal de obtener una llama que indique una reacción de combustión completa. Esto se consigue de manera fácil y además segura siguiendo el procedimiento que se detalla a continuación.

- Conectar un extremo del tubo de goma a la boca de toma de gas con la llave cerrada y el otro extremo de este a la entrada de gas ubicada en la base del mechero.
- Verificar que la entrada de aire del mechero se encuentre cerrada.
- Encender un fósforo teniendo la precaución de hacerlo alejado del cuerpo.
- Acercar el fósforo encendido a unos 5 cm por encima de la boca del mechero y en simultáneo abrir la llave de salida de gas, en ese momento se forma una llama de color amarillo. Una llama de estas características nunca debe ser usada para calentar.
- Permitir el ingreso de aire por medio de la apertura de los orificios o del giro de la roldana. A medida que ingresa más oxígeno la llama se vuelve azulada, difícil de ver, con un cono interior coloreado y se oye un sonido grave (llama “sonora”). Cualquiera de las dos situaciones mencionadas representa una llama útil para calentar. Cuando

se usa una llama de tipo “sonora” tener presente que la temperatura más alta de la misma se encuentra en el vértice superior del cono interno coloreado.

- Si la llama del mechero se entrecorta o “sopla” es indicio de un exceso de oxígeno durante la combustión; en tal caso se deberá cerrar el ingreso de aire hasta una posición tal que permita obtener una llama de las características indicadas en el párrafo anterior

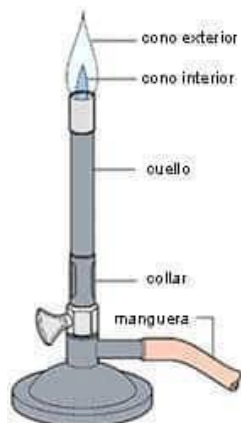


Figura 9. Partes de un Mechero Bunsen [2]

Precauciones en el uso del Mechero Bunsen

- Antes de utilizar el mechero, asegúrese cuál es la tubería que suministra el gas y que la manguera de hule esté bien conectada.
- El mechero deberá ser manipulado por una sola persona.
- Encienda el cerillo antes de abrir la llave que suministra el gas.
- No enrolle la manguera de hule alrededor del mechero. [2]

2. EQUIPOS INSTRUMENTALES BÁSICOS

- **pH metro (pH meter):**



Figura 10. pH metro. [2]

Un pHmetro o medidor de pH es un instrumento científico que mide la actividad del ion hidrógeno en soluciones acuosas, indicando su grado de acidez o alcalinidad expresada como pH. El medidor de pH mide la diferencia de potencial eléctrico entre un electrodo de pH y un electrodo de referencia. Esta diferencia de potencial eléctrico se relaciona con la acidez o el pH de la solución. El medidor de pH se utiliza en muchas aplicaciones que van desde la experimentación de laboratorio hasta control de calidad.

Funcionamiento del pH-metro

Los medidores de pH potenciométricos miden el voltaje entre dos electrodos y muestran el resultado convertido en el valor de pH correspondiente. Se compone de un simple amplificador electrónico y un par de electrodos, o alternativamente un electrodo de combinación, y algún tipo de pantalla calibrada en unidades de pH. Por lo general, tiene un electrodo de vidrio y un electrodo de referencia, o un electrodo de combinación. Los electrodos, o sondas, se insertan en la solución a ensayar.

El diseño de los electrodos es la parte clave: Se trata de estructuras de varilla, normalmente hechas de vidrio, con una bombilla que contiene el sensor en la parte inferior. El electrodo de vidrio para medir el pH tiene una bombilla de vidrio diseñada específicamente para ser selectiva a la concentración de iones de hidrógeno. En inmersión en la solución a ensayar, los iones hidrógeno en la solución de ensayo cambian por otros iones cargados positivamente en el bulbo de vidrio, creando un potencial electroquímico a través del bulbo. El amplificador electrónico detecta la diferencia de potencial eléctrico entre los dos electrodos generados en la medición y convierte la diferencia de potencial en unidades de pH.

Tipos de medidores de pH

Los medidores de pH van desde dispositivos simples y económicos de tipo pluma, hasta instrumentos de laboratorio complejos y caros, con interfaces de computadora y varias entradas para mediciones de indicadores y temperaturas que se deben introducir para ajustar la variación de pH. La salida puede ser digital o analógica, y los dispositivos pueden ser alimentados por baterías o depender de la alimentación de línea.

Los medidores especiales y las sondas están disponibles para su uso en aplicaciones especiales, tales como ambientes hostiles y microambientes biológicos. También hay

sensores de pH holográficos, que permiten la medición del pH coloriméricamente, haciendo uso de la variedad de indicadores de pH que están disponibles. Adicionalmente, hay medidores de pH comercialmente disponibles basados en electrodos de estado sólido, en lugar de electrodos de vidrio convencionales.



Figura 11. pH metro de suelo. [2]

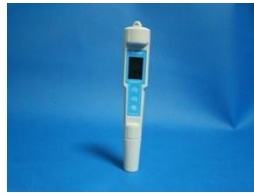


Figura 12. pH metro de agua [2]

Calibración y mantenimiento

Mediciones muy precisas requieren que el medidor de pH se calibre antes de cada medición. Más típicamente, la calibración se realiza una vez al día de operación. La calibración es necesaria porque el electrodo de vidrio no proporciona potenciales electrostáticos reproducibles durante períodos de tiempos de uso prolongados.

La calibración se realiza con al menos dos soluciones tampón estándar que abarcan el rango de valores de pH a medir. Para fines generales, son apropiados tampones a pH 4,00 y pH 10,00. El medidor de pH tiene un control de calibración para establecer la lectura del medidor igual al valor del primer amortiguador estándar y un segundo control que se usa para ajustar la lectura del medidor al valor del segundo amortiguador. Un tercer control permite ajustar la temperatura. Mediciones más precisas a veces requieren calibración a tres valores de pH diferentes.

Las buenas prácticas de laboratorio dictan que después de cada medición se enjuagan las sondas con agua destilada para eliminar cualquier traza de la solución que se mida, se limpia para absorber el agua restante que podría diluir la muestra y alterar así la lectura. [2]

- **Refractómetro (Refractometer):**



Figura 13. Refractómetro. [2]

El Refractómetro es un instrumento óptico preciso, y como su nombre lo indica, basa su funcionamiento en el estudio de la refracción de la luz. El refractómetro es utilizado para medir el índice de refracción de líquidos y sólidos translúcidos permitiendo:

- Identificar una sustancia.
- Verificar su grado de pureza.
- Analizar el porcentaje de soluto disuelto en una determinada solución.
- Ofrecer otros análisis cualitativos.

Su funcionamiento se basa en utilizar la refracción de la luz, la cual es una propiedad física de cualquier sustancia y se relaciona con algunas propiedades físicas como la densidad. A partir de ello, y de acuerdo con su aplicación se construyen diferentes escalas. La escala más usada es Grados Brix (Proporción de sacarosa o sales en una solución). Existen otras escalas, como: Be (Baume), % de sal, gs, g/dl, nD, % w/w, % vol, % agua, mash sacch, M- 10, MDT, entre otras. [2]

El funcionamiento de los refractómetros se basa en la refracción de la luz, este fenómeno cuando la luz pasa de un medio a otro es fácil de observar. El estudio de la refracción es muy beneficioso, desde para el análisis de las propiedades de la luz hasta las áreas de mineralogía, para la química. Está compuesto de espejo que dirige la luz hasta una montura metálica con dos prismas. La luz es observada mediante un objetivo que se encuentra junto a una escala graduada que permite establecer su posición relativa respecto a los prismas. El tubo metálico está recubierto por un tubo de goma para que cuando usted coja el refractómetro no se altere la temperatura, ya que esta cuestión influye sobre los valores de los índices de refracción de los líquidos. En la pieza central hay una solapa que se puede abrir para permitir separar los dos prismas y colocar entre ellos la sustancia que se pretende analizar. Los refractómetros son aparatos de medición ópticos y por ello tienen un mantenimiento especial. A continuación, encontrará algunas indicaciones sobre su manejo y mantenimiento.

Manejo

Limpiar y secar cuidadosamente la tapa y el prisma antes de comenzar la medición. Ponga 1 o 2 gotas de la prueba en dicho prisma; cuando se cierra la tapa, la prueba se reparte homogéneamente entre la tapa y el prisma.

Puede utilizar una pipeta para poner la prueba sobre el prisma principal. Evite que se formen burbujas de aire, ya que esto podría tener un efecto negativo en el resultado de medición. Moviéndolo ligeramente la tapa conseguirá repartir más homogéneamente el fluido de prueba.

Sostenga el refractómetro bajo la luz solar, podrá ver la escala a través del ocular. El valor se podrá leer entre el límite claro / oscuro. Girando el ocular podrá ajustar / precisar la escala.

Limpiar y secar cuidadosamente el prisma y la tapa después de cada medición para evitar que queden restos que pudieran afectar a futuras mediciones.

Calibración

Limpiar y secar cuidadosamente la tapa y el prisma también antes de la calibración. Ponga 1 o 2 gotas de agua destilada en el prisma. Si el límite claro / oscuro no se encuentra en 0% (línea del agua), ajústelo con ayuda del tornillo de calibración bajo la cobertura de goma. Atención: los instrumentos vienen calibrados de fábrica.

Importante:

- Mantener limpios tanto la tapa como el prisma, la suciedad puede influir negativamente sobre la precisión en la medición del refractómetro.
- Evite las ralladuras sobre el prisma, ya que éstas también pueden tener una influencia negativa en la medición.
- En la limpieza utilice sólo un paño húmedo y evite limpiadores agresivos, seque perfectamente el aparato tras su limpieza.
- Limpiar el aparato simplemente con un paño húmedo y nunca bajo el agua, ya que ésta podría penetrar en el aparato.
- Evite golpes o caídas que podrían dañar el sistema óptico.
- Guarde el aparato en un lugar seco. [7]

- **Polarímetro (Polarimeter)**



Figura 14. Polarímetro. Fuente: <https://www.ibdciencia.com/es/equipos-y-accesorios-para-tecnicas-de-laboratorio/796-polarimetro-de-laurent.html>

Es un instrumento mediante el cual se puede determinar el valor de la desviación de la luz polarizada por un estereoisómero ópticamente activo (enantiómero). A partir de un rayo de luz, a través de un filtro polarizador se obtiene un rayo de luz polarizada plana, que al pasar por un portamuestras que contiene un enantiómero en disolución, se desvía. Según la orientación relativa entre los ejes de los dos filtros polarizantes, la luz polarizada pasará por el segundo filtro o no.

Es un instrumento diseñado para medir el ángulo de giro de luz polarizada en grados angulares. Existen diferentes modelos tanto análogos como digitales para diversas aplicaciones y usos específicos.

La luz introducida es polarizada en un plano determinado mediante el polarizador y luego se hace pasar a través de la disolución de la sustancia que se pretende analizar. A continuación, esta luz pasa por un nuevo polarizador que deberá estar colocado en la posición adecuada para permitir el paso de la luz hasta el objetivo, para lo cual se dispone de un sistema que permite girarlo alrededor de un eje.

Gracias a la lente, se puede leer en el círculo el ángulo que es necesario girar el segundo polarizador para obtener un máximo de intensidad luminosa. Si se mide este ángulo cuando el recipiente está vacío y cuando el recipiente está lleno con una sustancia ópticamente activa, la diferencia entre ambos valores permite calcular el poder rotatorio de la disolución [8].

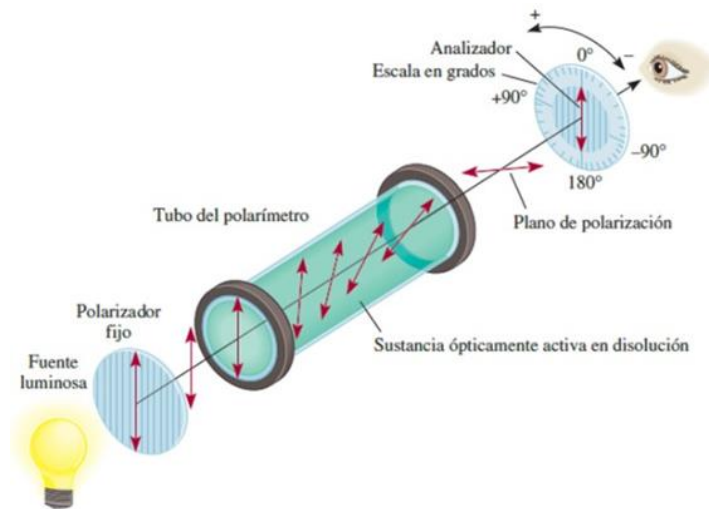


Figura 15. Componentes de un polarímetro. Fuente: <https://www.lifeder.com/polarimetria>

Partes del polarímetro y su función

- **Fuente luminosa:**
Es un led (diodo emisor de luz), o una lámpara espectral de sodio, que se conecta a la red eléctrica por medio de un estabilizador de voltaje.
- **Lente de iluminación:**
Su función es hacer que los rayos que proceden de la fuente continúen con una trayectoria paralela. Por tal razón, la fuente debe ubicarse a la distancia focal de ésta lente.
- **Filtro de Luz:**
Su función es dejar pasar solamente la línea D del Sodio (589 nm) y eliminar otras radiaciones que haya podido producir la lámpara.
- **Dispositivo polarizador (filtro):**
Su función es producir un haz de luz polarizada. Consta de un prisma de Nicol o de un filtro polarizador.
- **Divisor de campo (placa de Laurent):**
Su función es producir un efecto secundario sobre parte del haz luminoso para facilitar la lectura del ángulo de giro.
- **Tubo de observación:**
Este tubo tiene una ventana de vidrio y un empaque de caucho en cada extremo, dentro de él se coloca la solución a analizar. La longitud del tubo viene a ser el espesor de la solución analizada.

➤ **Dispositivo analizador (filtro):**

Consta de un disco con divisiones en grados angulares, en cuyo centro se halla un prisma de Nicol o un filtro similar al del dispositivo polarizador. Girando éste disco se puede determinar y leer el ángulo de giro

➤ **Objetivo y Ocular del Sistema de Enfoque:**

A través de ellos mira el observador y los ajusta para enfocar y ver nítida la imagen producida por el rayo.

● **Instalación y limpieza:**

Ubique el polarímetro en un sitio firme y seguro, preferiblemente oscuro. Retire la funda protectora contra el polvo y limpie cuidadosamente las lentes con Xilol (para eliminar hongos de las lentes), o cualquier otro solvente volátil y una mota de algodón o papel suave. Lave el tubo de observación y limpie las ventanas de vidrio. Observe el estado del tubo para depositar la muestra y limpie las ventanas de vidrio. Observe que se encuentren en buen estado e igualmente que las tapas posean los empaques correspondientes. Verifique su longitud en decímetros. Limpie con un aceite suave (tres en uno) las escalas de lecturas y lubrique el mecanismo, con los diagramas dados en el manual para cada polarímetro realice un reconocimiento de las partes internas y externas; siga las instrucciones de manejo.

● **Calibración:**

Calibre el instrumento con agua destilada debe dar un valor de $\beta = 0$ ya que no es una sustancia ópticamente activa. Si no da cero esto puede obedecer a pequeños desajustes del instrumento, en este caso se anota el valor de β para corregir las lecturas posteriores. Para determinar β en una sustancia ópticamente activa, se llena el tubo con la solución de la sustancia y se procede de idéntica manera [9].

● **Conductímetro (Conductivity meter):**



Figura 16. Conductímetro. Fuente: <https://rsu.mx/producto/medidor-multiparametrico-ph-conductividad-usp-hanna-hi-5522/>

El conductímetro mide la conductividad eléctrica de los iones en una disolución. Para ello aplica un campo eléctrico entre dos electrodos y mide la resistencia eléctrica de la disolución. Para evitar cambios en las sustancias, efectos de capa sobre los electrodos, etc. se aplica una corriente alterna (Figura 17).

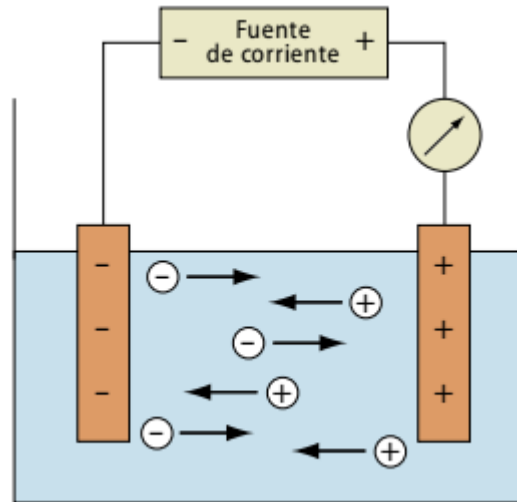


Figura 17. Esquema de funcionamiento de un conductímetro. Fuente:

<https://tecnicasinstrumentales.files.wordpress.com/2012/10/www-ual>

es_grupo docente_quimfis2009_guiones_ana_conductimetro_conductimetro-crison.pdf

Las unidades de medida habituales son los S/cm. Otras formas alternativas de expresar la conductividad de una disolución son la Salinidad y los Sólidos Totales Disueltos (STD).

El modelo básico de un conductímetro emplea cuatro electrodos. Los electrodos generalmente están hechos de platino y están dispuestos concéntricamente y los resultados se determinan de acuerdo con la distancia entre el electrodo y su área de superficie. Los electrodos se colocan en el líquido a medir y se aplica a la tensión.

La salinidad se refiere a la concentración de una disolución teórica de NaCl con la misma conductividad que la muestra en estudio. Se expresa en ppm o g/l de NaCl. En los STD (Sólidos Totales Disueltos) La conductividad puede ser utilizada como un indicador de la cantidad de materias disueltas en una disolución. Se expresa en ppm o g/l de CaCO_3 .

La conductividad de una disolución es altamente dependiente de la temperatura. Ésta tiene un doble efecto sobre los electrolitos, influye en su disolución y en la movilidad iónica. La conductividad de una disolución aumenta con la temperatura. Este aumento normalmente se expresa en $\%/^{\circ}\text{C}$, y se denomina Coeficiente de Temperatura (CT). En general las disoluciones acuosas poseen un CT cercano al $2\% / ^{\circ}\text{C}$.

- **Partes del conductímetro**

➤ **Celdas:**

Existen diferentes modelos dependiendo del análisis a realizar, se encuentran celdas adecuadas para mediciones de la conductividad de soluciones, de fluidos, y para titulaciones pero no existen celdas diseñadas para hacer con eficiencia todas las determinaciones.

Generalmente las celdas son construidas en vidrio o plástico, de diferentes volúmenes y la disposición de los electrodos es según los propósitos con los cuales se vaya a usar. Las celdas para titulaciones tienen diseños que facilitan el drenaje y el lavado.

➤ **Electrodos:**

Los electrodos normalmente son de platino platinado, esto es, recubiertos electrolíticamente de un depósito de negro de platino finamente dividido, que permite aumentar su superficie efectiva y por tanto, sus capacitancias, con lo cual se reducen al mínimo las corrientes farádicas; generalmente tienen un área de 1 cm^2 y se colocan a una distancia el uno del otro, con el propósito de hacer el factor de la celda (C) igual a la unidad facilitando así la medición de la conductividad específica ya que L es igual a K .

➤ **Agitación:**

La agitación magnética en valoraciones conductimétricas no es apropiada; ya que el motor del agitador calienta la solución, y el aumento de la temperatura de ésta, a medida que avanza la valoración distorsiona la forma de la gráfica. Es preferible agitar manualmente o por turbulencia con aire, pues, con agitación mecánica se corre el peligro de estropear los electrodos.

➤ **Control de temperatura:**

El coeficiente de temperatura para mediciones de conductancia es del 2% por $^{\circ}\text{C}$, como consecuencia se requiere de algún control de temperatura durante la medición, pero, para muchos fines es suficiente su determinación a temperatura ambiente.

● **Aplicaciones analíticas:**

La conductancia es una propiedad de las soluciones electrolíticas, la cual puede medirse fácilmente, teniendo muy poca aplicación en la identificación de sustancias ya que existen pocos datos seguros sobre las conductancias específicas de las sustancias puras. En los líquidos, la conductancia casi siempre decrece conforme mejora la pureza, por lo tanto, cuando se da la conductancia de un líquido, se tiene el objeto de dar el índice de pureza más que una constante característica. Como ejemplo el agua pura presenta una conductancia específica de $5 \times 10^{-8} \text{ ohmios}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ (una resistencia de $20 \text{ } \Omega$) lo cual ha sido utilizado como un importante método

para estudiar la pureza del agua destilada o desmineralizada, ya que vestigios de una impureza iónica aumentarán su conductancia

Las soluciones electrolíticas simples en solventes polares se adaptan en una forma muy especial a análisis cuantitativos por medio de técnicas conductimétricas basadas en curvas de calibración las cuales se extienden desde pequeñas conductancias y concentraciones iónicas muy reducidas hasta altas conductancias y grandes concentraciones.

Las mediciones de conductancia también son útiles para ciertos tipos de análisis elemental. Por ejemplo, puede analizarse hidrocarburos para determinar su contenido de azufre por combustión de la muestra seguida de absorción del bióxido de azufre en peróxido de hidrógeno.


El aumento de conductancia resultante del ácido sulfúrico puede relacionarse con la concentración de azufre. Análogamente, pequeñas cantidades de nitrógeno de materiales biológicos; pueden determinarse por una digestión Kjeldahl ordinaria con ácido sulfúrico seguida de destilación de amoníaco en una solución de ácido bórico. La conductancia de la solución del borato de amonio resultante puede relacionarse entonces con el porcentaje de nitrógeno en la muestra.

Las mediciones de conductancia se emplean también ampliamente para medir la salinidad del agua de mar, cargas iónicas en suelos, aguas termales, aguas para cultivos hidropónicos e irrigación de cultivos y en cromatografía de intercambio iónico, en la cual, el sistema de detección en los cromatógrafos de intercambio iónico se fundamenta en la conductividad medida a una determinada temperatura y con una celda especial. Finalmente, las mediciones de conductancia proporcionan mucha información sobre equilibrios de asociación y disociación en soluciones acuosas siempre que, por supuesto, una o más de las especies reaccionantes sea iónica.

- **Instalación y limpieza**

Se ubica el equipo en un sitio firme y seguro, libre de vibraciones; se retira la funda protectora contra el polvo y se limpia cuidadosamente el aparato, se observa que en la red de energía no existan equipos conectados que puedan producir interferencias. Se Limpian los electrodos de platino de la celda con ácido nítrico 1% caliente (evite el desprendimiento de vapores). Así se remueve cualquier suciedad depositada sobre ellos. Se Enjuagan con abundante agua del acueducto y luego con agua destilada o desionizada, utilizando para ello un Beaker y un frasco lavador, las celdas y el recipiente para la muestra se deben purgar con un poco de la solución o sustancia a medir, los electrodos de platino de la celda deben quedar totalmente cubiertos.

- **Modos de medición**

- Conductividad en μS y mS (cambio automático de μS a mS)
 - Resistencia en Ω *ohm*, $\text{K}\Omega$ *ohm*, $\text{m}\Omega$ *ohm*. (el cambio de unidades es automático).
 - Sólidos Disueltos Totales TDS.
- **Parámetros a fijar**
 - Constante de Celda
 - Coeficiente de temperatura
 - Unidades de temperatura
 - Estabilidad
- **Modos de habilitación de la medición y limpieza**
 - Stable off →Inhabilitado
 - Stable on →Habilitado
 - Clear→esta función se realiza cuando se va a trabajar con una solución diferente, permitiendo establecer las condiciones para el nuevo análisis.
- **Calibración para la medición de la conductividad de las Soluciones**
 - Verificar el valor nominal de la celda.
 - Lavado de la celda de conductividad: se realiza inicialmente con agua del acueducto, luego se enjuaga con agua destilada o desionizada, se introduce en una solución de HNO_3 1% tibia durante dos minutos (evitar el desprendimiento de gases), se retira la celda y se enjuaga con abundante agua del acueducto y luego con agua destilada o desionizada.
 - Conectar la celda de conductividad y el sensor de temperatura.
 - Seleccionar un valor de coeficiente de temperatura del 2%.
 - Introducir la celda y el sensor de temperatura en la solución de calibración de KCl 0.1 M. Anotar el valor de la temperatura en $^{\circ}\text{C}$ y la conductividad en sus respectivas unidades. (recuerde el instrumento cambia automáticamente de unidades).
 - Verificar la conductividad de la solución de KCl 0.1 M a la temperatura observada.
 - Si la conductividad concuerda con la observada en la literatura significa que el equipo se encuentra calibrado, si no es así, se procede a realizar la calibración; para ello se aproxima al valor más cercano de la temperatura se observa que valor de conductividad corresponde y se procede a ajustarlo de la siguiente forma: se selecciona el modo std (estandarización), donde observará que en la pantalla empezará a pestañear sobre el número. Con la tecla setup seleccionar hasta la cifra entera o decimal que desea cambiar, con la tecla  se ajusta el valor numérico deseado cuando se obtenga el valor numérico presionar enter para introducir el cambio, finalmente presionar std para entrar al modo de medición.

- Retirar el sensor y la celda de la solución de KCl, enjuagar la celda con agua del acueducto y luego con agua destilada o desionizada, eliminar el exceso de agua en la celda.
- Realizar las mediciones de conductividad a las diferentes soluciones propuestas en la guía del manual.
- Lavar la celda muy bien con abundante agua del acueducto y enjuagar con agua destilada o desionizada antes de cada medida, eliminar el exceso de agua en la celda [9].

- **Turbidímetro (Turbidimeter):**



Figura 18. Turbidímetro.

Instrumento que a través del análisis óptico determina la cantidad de sustancias en un líquido, se emplea en la medición de partículas en suspensión en un líquido o gas disuelto, tiene como principio de funcionamiento la detección de las partículas con una fuente de haz lumínico y un detector de luz fijado a 90 grados del haz original. Puede ser un instrumento portátil o fijo. También conocido como nefelómetro (del griego νεφέλη, nube, y μέτρον, medida), aunque puede haber diferencias entre los modelos de estos instrumentos, dependiendo del arreglo geométrico de la fuente luminosa con respecto a la fotocelda.

Funcionamiento

A partir del detector óptico, con la fuente de luz a 90 grados, la densidad de las partículas está en función de la luz reflejada por las partículas suspendidas en el detector. La cantidad de luz reflejada para una densidad dada de partículas depende de las propiedades de las partículas como su forma, color y reflectividad. El turbidímetro se calibra con un material conocido comúnmente como el polvo de la calle de Arizona. Posteriormente, se utilizan los factores ambientales (los factores K) para compensar por el polvo claro o más oscuro. Los factores-K están determinados por el usuario activando el turbidímetro cerca de una bomba de muestreo de aire y comparando los resultados. La unidad nefelométrica de turbidez, (UNT) expresada habitualmente con el acrónimo NTU del inglés Nephelometric Turbidity Unit, es una unidad utilizada para medir la turbidez de un fluido. Corresponde con una

concentración del producto utilizado como patrón llamado Formacina, que es una solución que se puede crear utilizando Sulfato de Hidracina y Hexametilentetraamina en unas proporciones conocidas para formar el patrón de turbidez de 400 NTU.

Utilidad

El turbidímetro se utiliza fundamentalmente en el análisis de la calidad del aire para vigilar la contaminación, la vigilancia del clima y la visibilidad. Las partículas suspendidas son habitualmente los contaminantes orgánicos gaseosos y polvo. Los contaminantes biológicos incluyen mohos, hongos, bacterias, virus, caspa de animales, ácaros del polvo, pólenes, células de piel humana, partes de cucarachas y muchas otras cosas. Estos son los peores enemigos de la calidad del aire y son contaminantes que causan problemas de salud. Los niveles de contaminación biológica dependen de la humedad y temperatura que permita la supervivencia de los microorganismos. La presencia de animales, plantas, insectos y roedores aumenta el nivel de contaminación biológica. Se puede utilizar en el sector de aguas residuales y, en particular, en los tanques de decantación, para medir la cantidad de sólidos suspendidos en agua y luego establecer si se puede enviar al siguiente nivel de purificación, o si se bombea directamente en el río, mar, o cana. [10]

3. EQUIPOS INSTRUMENTALES GRUESOS

- **Espectrofotómetro (Spectrophotometer):**



Figura 19. Espectrofotómetro.

El **Espectrofotómetro** es un instrumento muy usado en los laboratorios, ya que es un aparato de análisis que fortalece la ciencia de la **espectrofotometría**, que se encarga de medir la intensidad de la luz que es absorbida al pasar por una solución.

El **Espectrofotómetro** tiene la capacidad de medir la magnitud de las ondas, así como la relación que éstas tienen con los valores de la fotométrica. Este instrumento se usa

regularmente para **cuantificar los microorganismos** y sustancias en los laboratorios donde se realizan investigaciones químicas.

Un espectrofotómetro es un aparato que se usa en los laboratorios para determinar cuál es el haz de radiación electromagnética o luz y así identificar, calificar y cuantificar cómo es su energía.

De la misma manera, permite determinar cuál es su eficiencia, sensibilidad, resolución y rango espectral. Los cuales dependerán de las **variabilidades del diseño** y de la elección de los componentes ópticos que contiene.

El espectrofotómetro sirve básicamente para conocer cuál es la **concentración de las sustancias** en una solución y así analizar bajo el enfoque cuantitativo.

Es un instrumento que se utiliza en el laboratorio que tiene como objetivo principal diagnosticar, tomando en cuenta las propiedades de la luz y la interacción con otras sustancias.

El funcionamiento del espectrofotómetro se basa en la luz de la lámpara especial que posee, que es guiada por medio de un conector que selecciona y separa la luz de la longitud de onda, para luego pasar por una muestra.

La intensidad de la luz que sale de esa muestra es captada y se compara con la **intensidad de la luz** que incidió en esa muestra, con esa información se puede calcular la transmitancia, la cual dependerá de la concentración de la sustancia.

Básicamente su funcionamiento se trata de iluminar una muestra con luz blanca, para luego calcular cuánto es la cantidad de luz que se refleja a través de una serie de intervalos de longitudes de onda.

Usos del Espectrofotómetro

Actualmente, el espectrofotómetro se puede usar en varias áreas donde se lleven a cabo **análisis cuantitativos**, entre ellas, la bioquímica, física, biología, materiales e ingeniería química, clínicas, industriales, y cualquier área que trabaje con sustancias químicas.

En clínica, por ejemplo, se usa para examinar los tejidos o sangre de un diagnóstico. En la industria de láser, óptica o impresión se usa para medir la transmitancia o reflectancia de sustancias sólidas como el vidrio pulido.

En definitiva, este instrumento tiene la capacidad de determinar qué sustancia se encuentra presente en una muestra y cuanto es su cálculo de longitud de onda.

Tipos de espectrofotómetro

Existen diferentes tipos de espectrofotómetros, para que se pueda realizar un buen uso de este instrumento, a continuación, se presentan cuáles son los diferentes tipos de espectrofotómetros que existen:

- Según su haz de luz: estos se clasifican en:
 - **Espectrofotómetro de haz simple**

La luz se transporta desde la muestra al detector, por lo que se necesita una referencia para desarrollar el análisis. Son **sencillos y económicos**.

- **Espectrofotómetro de haz dividido**

La luz se divide en dos trayectorias, la que pasa por el monocromador hacia la muestra y luego al detector, y la que pasa hacia el detector que se usa para corregir las variaciones de la luz que emite la lámpara.

- **Espectrofotómetro de doble haz**

La luz por medio de dos trayectorias hacia los compartimentos, y cada uno tiene su propio detector. Uno se dirige a la muestra y el otro a la referencia.

- **Espectrofotómetro de Absorción Atómica**

Este tipo de espectrofotómetro trabaja tomando en cuenta las **longitudes de onda del espectro** de radiación electromagnética. Estos se basan en que las moléculas que absorben las frecuencias forman parte de las características de su estructura. Este tipo es usado mucho para el análisis de los pigmentos en pinturas y manuscritos. De la misma manera, en la industria de alimentos para conocer la concentración de los compuestos de varios productos.

- **Espectrofotómetro UV Visible**

Tiene como objetivo medir la luz que pasa por medio de la muestra, para luego compararla con su intensidad antes que pase por alguna solución o muestra. Su relación se denomina transmitancia, y se expresa por medio de un porcentaje.

Conocer todos los tipos de espectrofotómetro hará que su uso sea mucho más sencillo, sabrás, además, para qué se usan cada uno de ellos, sin tener inconvenientes a la hora de identificarlo junto a otros instrumentos.

Características de un Espectrofotómetro

Para poder identificar y usar correctamente un instrumento de laboratorio, es importante que conozcas sus características físicas, de esta manera sabrás cómo funciona y cuáles son sus partes. A continuación, detallo las características principales del espectrofotómetro:

- **Fuente de luz**

La fuente de luz es la que ilumina la muestra. Para que la medición sea fiable debe cumplir con ciertas condiciones, como la estabilidad, distribución de energía espectral y la direccionalidad.

Los espectrofotómetros pueden tener diversas fuentes de luz, como la lámpara de wolframio, de arco de xenón y de deuterio, la cual se usa en los **laboratorios atómicos**.

- **Monocromador**

Tiene la capacidad de aislar por completo las radiaciones de longitud de las ondas deseadas, de esta manera se logra tener una luz monocromática. Podrás observar que tiene dos aberturas, una de salida y otra de entrada, además de una parte que se denomina colimadores y elementos de dispersión.

- **Colimador**
No es más que el lente que se encarga de trasladar la luz que entra con una longitud determinada hacia el prisma. Separa las longitudes de la onda logrando que la misma sea redireccionada a las aberturas de salida.
- **Compartimiento de muestra**
Es el componente de espectrofotómetro donde se desarrolla la interacción, es decir, donde se coloca la muestra que se va a trabajar.
- **Detector**
Es el encargado de conocer la radiación que se va analizar y saber a qué tipo de respuesta se enfrenta, si es fotones o es calor.
- **Registrador**
Es el que convierte los elementos físicos a números iguales que se analizan.
- **Fotodetectores**
Los fotodetectores de un **espectrofotómetro** son los que reciben la señal de manera simultánea con el espectro visible, con el fin de reducir el tiempo de medida y minimizar las otras partes del aparato.

Una vez conoces las características de cualquier herramienta de trabajo, te podrás sentir más cómodo al momento de utilizarlo, por ello, es importante indagar un poco antes de realizar cualquier procedimiento que implique una herramienta de trabajo.

Importancia de un Espectrofotómetro

El espectrofotómetro es esencial para desarrollar investigaciones en cuanto a la determinación de la **concentración de sustancias**, permitiendo así lograr análisis cuantitativos.

Este instrumento fortalece la técnica de la espectrofotometría, mide la cantidad de energía que puede absorber un sistema químico en función a la longitud de la onda que transmite una radiación.

Esta teoría de la luz es la que propone la idea de que un haz de luz es un flujo de energía denominados fotones y la luz de alguna longitud de onda se asocia con ellos, los cuales cada uno de ellos tiene cierta cantidad de energía.

En ese sentido, el espectrofotómetro en un laboratorio viene a **fortalecer la información** que puede contener una muestra sobre la naturaleza de la sustancia. Asimismo, es el que indica la cantidad de sustancia que está en la muestra y la que se va a investigar.

Antes de usar sus equipos debe hacer lo siguiente:

- Limpieza de la superficie del instrumento.
- Limpieza de los filtros y fuente de luz (lámpara y condensador).
- Verificar instalaciones eléctricas.
- Los pasos para probar la operatividad del equipo son los siguientes:
 - a. Se enciende el equipo y se deja que caliente por lo menos 15 minutos (si el aparato es automático, dará una señal cuando esté listo para funcionar).

- b. Se selecciona la longitud de onda deseada (esto depende de la muestra a ser leída y del reactivo utilizado).
- c. Se selecciona la función absorbancia o transmitancia.
- d. Se ajusta el aparato a cero con agua destilada. Si el aparato que se va a utilizar tiene las dos escalas (absorbancia y transmitancia) se ajustan las lecturas a cero de absorbancia y 100% de transmitancia utilizando los controles grueso y fino en vacío.
- e. Se lee un estándar de concentración conocida y se ajusta el aparato a esa concentración. Si el aparato que se va a utilizar no tiene control estándar, este se utiliza para obtener el factor de calibración, dividiendo la concentración del estándar entre su lectura.

Recomendaciones de uso y Cuidados del equipo

- a. Coloque el instrumento en un lugar en donde no esté sujeto a vibraciones, calor excesivo, humedad o luz directa.
- b. Proteja el instrumento del polvo. Nunca toque las superficies ópticas tales como lentes y filtros. Siga las instrucciones que da el fabricante para la limpieza de tales componentes.
- c. Permita que el instrumento se caliente antes de hacer algún procedimiento.
- d. Se debe hacer un chequeo periódico (cada semana) del ajuste de la longitud de onda, cuando se sospeche que ha variado, con el Tubo de Didimium.
- e. Verifique el 0 y el 100% T cada vez que se vaya a hacer lecturas y cuando varíe la longitud de onda.
- f. Asegúrese de que las cubetas estén limpias y libres de ralladuras y huellas digitales. Esto debe hacerse cada vez que va a usarse.

Las Celdas o Cubetas para Espectrofotómetro son recipientes de plástico, vidrio o cuarzo que se utiliza para realizar lecturas espectrofotométricas a líquidos. Para que una Celda o Cubeta para Espectrofotómetro funcione adecuadamente requiere estar completamente limpia y sin ralladuras; además, la elección del material de fabricación es importante dependiendo del método espectrométrico que se utilice y la naturaleza de la muestra. [11]

Tipos de celda:

Tabla 1. Tipos de celda utilizados en espectrofotometría. [12]

Material	Rango de transmisión (longitudes de onda)	Zona del espectro	Tolerancia en transmisión
Cristal óptico o vidrio borosilicatado	De 380 a 780 nm ³	Visible	0,5% a 365 nm
Plástico	De 380 a 780 nm ³	Visible	
Cuarzo fundido	Menos de 380 nm ³	Ultravioleta	
Cuarzo UV	185 nm, ⁴	Ultravioleta	1% a 220 nm
Cuarzo ES (cuarzo silicatado fundido)	De 190 a 2000 nm	Ultravioleta	1% a 220 nm
Cuarzo IR	De 220 a 3500 nm	Infrarrojo	1% a 2730 nm

Mantenimiento de las celdas

Las celdas para espectrofotometría son objetos de gran precisión y deben ser manipulados con cuidado. Recomendamos su limpieza y secado inmediatamente después de su uso. No guarde las cubetas al aire libre en una atmósfera corrosiva ni deje las paredes en contacto con líquidos durante largos períodos de tiempo, ya que se pueden formar sedimentos o manchas que pueden inutilizar las cubetas. Para evitar ralladuras las paredes de las cubetas no deben tener contacto con objetos realizados en materiales duros como metal o cristal. Para evitar la rotura llene solamente la cubeta para que el haz de luz pase a través del líquido y de esta manera cuando el líquido se caliente podrá expandirse hacia el espacio restante. Si llena hasta el borde la cubeta coloque el tapón suavemente para que el líquido sobrante pueda sobresalir y no fuerce el tapón pues dañaría la cubeta.

Limpieza de las celdas

Al igual que el vidrio óptico, el cuarzo es altamente resistente a los compuestos químicos, solo el fluoruro de hidrógeno puede corroer sus superficies en un breve espacio de tiempo. De esta manera, y salvo algunas excepciones, los disolventes ácidos y alcalinos, incluyendo los orgánicos, pueden utilizarse en la limpieza de las cubetas. Recomendamos usar baños termostáticos para la limpieza de las cubetas. No es recomendable usar baños por ultrasonidos, si bien aceleraría la limpieza, podrían causar daños en las paredes pulidas por medio de la cavitación. Tras su limpieza las cubetas deben ser aclaradas minuciosamente con agua y a ser posible desmineralizada. Para el secado de las cubetas recomendamos utilizar una unidad de secado limpio, una estufa de desecación libre de polvo o un enjuague con un disolvente volátil como etanol y esperar su evaporación. [13]

- **Absorción Atómica (AA)(Atomic Absorption):**



Figura 20. Equipo de Absorción Atómica. Fuente: fuente propia

La técnica hace uso de la espectrometría de absorción para evaluar la concentración de un analito en una muestra. Se basa en gran medida en la ley de Lambert-Beer.

El espectrofotómetro de absorción atómica está basado en la atomización del analito en matriz líquida y que utiliza comúnmente un nebulizador pre-quemador (o cámara de nebulización) para crear una niebla de la muestra y un quemador con forma de ranura que da una llama con una longitud de trayecto más larga. Los electrones de los átomos en el atomizador pueden ser promovidos a orbitales más altos por un instante mediante la absorción de una cantidad de energía (es decir, luz de una determinada longitud de onda). La excitación de los átomos del analito es hecha por el uso de lámparas que brillan a través de la llama a diversas longitudes de onda para cada tipo de analito. Esta cantidad de energía (o longitud de onda) se refiere específicamente a una transición de electrones en un elemento particular, y en general, cada longitud de onda corresponde a un solo elemento.

Como la cantidad de energía que se pone en la llama es conocida, y la cantidad restante en el otro lado (el detector) se puede medir, es posible, a partir de la ley de Lambert-Beer, calcular cuántas de estas transiciones tienen lugar, y así obtener una señal que es proporcional a la concentración del elemento que se mide [14].

✓ **Aplicaciones**

La espectrometría de absorción atómica como método instrumental permite realizar una cuantificación de metales de una muestra líquida por comparación de la absorbancia de la solución muestra con la absorbancia de soluciones estándar de concentración conocida.

Es una técnica bastante empleada por su alta especificidad, su sensibilidad y su facilidad en la operación. Sus aplicaciones son muy diversas y son importantes en distintos campos y constituye (junto con otras técnicas como la Espectroscopia de

Emisión de Plasma Inductivo ICPE o la espectroscopia de plasma inductivo acoplado a espectrometría de masas ICP-MS) una de las técnicas recomendadas para la medición de contaminantes en distintos tipos de matrices.

La espectrometría de absorción atómica por su versatilidad ocupa un lugar privilegiado dentro de las técnicas analíticas con aplicaciones en las diferentes áreas de la química: Tiene una vital importancia en análisis clínicos (metales presentes en orina, sangre y tejidos), análisis ambientales (Monitoreo de varios elementos en ríos océanos, agua de consume, aire, petróleo y bebidas), farmacia (trazas de metales usados como catalizadores en la manufactura), industria (presencia de impurezas tóxicas en materiales como Pb en concreto), minería (cantidad de metales como oro en rocas).

✓ **Cuidados**

En términos generales la operación del equipo es una actividad segura, sin embargo, es imprescindible que se tengan en cuenta las siguientes precauciones para evitar comprometer la seguridad del equipo:

- Evitar el contacto de rostro y manos con el módulo del quemador.
- No mirar desde arriba el compartimiento del quemador ni manipularlo con la mano.
- La llama de óxido nitroso-Acetileno alcanza hasta 40 cm por encima de la tapa del instrumento. Para prevenir accidentes por algún descuido, siempre se debe ajustar la chimenea y cerrar la protección de llama antes de la ignición.
- Chequear que todas las partes estén correctamente equipadas antes de la ignición (ver la sección quemador llama).
- Verifique que el tanque de drenado contenga agua antes de la ignición.
- No remueva el nebulizador, ni el tubo de drenado o la cabeza del quemador durante la combustión.
- Verificar que el sistema de drenaje contenga agua.
- Verificar que el tanque de lavado (Rinse bottle) se encuentre lleno.
- Para atomización usando modo llama se emplea Acetileno y Óxido nitrosos (N₂O) como combustible. Y siempre, en ambos casos, se emplea aire como gas soporte. Tenga en cuenta abrir las llaves de los gases requeridos según el elemento a analizar.
- El software del equipo tiene una tabla en la que se recomienda la mezcla de gases a emplear dependiendo del elemento que se desea analizar.
- Ubique la lámpara del elemento que se va a analizar en el carrusel de lámparas teniendo siempre la precaución de usar guantes de nitrilo y manipulandola únicamente de la base metálica para evitar daños.
- Los gases combustibles con que opera este equipo son gases explosivos. Se recomienda siempre encender la campana de extracción del instrumento antes de iniciar cualquier labor y contar con todas las normas de seguridad pertinentes.
- El equipo no puede operarse en el modo llama si no tiene la chimenea en su lugar.

- En esta técnica se debe tener especial cuidado con la muestra, la cual debe ser completamente traslúcida, es decir no debe presentar ningún tipo de material particulado, ya que este puede dañar el equipo causar obstrucción en el nebulizador y dañar el equipo.
 - El material de vidrio utilizado para la realización de las curvas de calibración y las muestras debe lavarse con agua y jabón, después con agua destilada por dentro y por fuera, después el material debe ser dejado entre 1 o 2 horas en un baño de HNO₃ 10% (v/v) después de transcurrido ese tiempo el material se lava nuevamente con agua destilada por fuera y con agua desionizada por dentro [15].
- **Cromatógrafo de gases (GC) (Gas Chromatograph):**



Figura 21. Equipo Cromatógrafo de Gases. Fuente: Fuente propia

La cromatografía Gas-Líquido puede definirse como una técnica analítica útil en la separación, identificación y cuantificación de los componentes de una mezcla. Se fundamenta en la diferencia de velocidades de migración de sus compuestos individuales al ser arrastrados por un gas inerte a través de un tubo relleno de un material adecuado que soporta un medio líquido fijo o estacionario.

El puerto de inyección (o inlet), es el sitio en donde la muestra ingresa al sistema, introduciendo una jeringa a través de un sello llamado septum.

El horno, es el lugar en donde se encuentra la columna cromatográfica. Las columnas suelen tener un largo que varía según la aplicación, siendo las más comunes las de 30 metros; el diámetro de la columna suele ser menor a medio milímetro. Lo que distingue a una columna de otra es la fase estacionaria, que es el polímero que recubre sus paredes internas. Esta fase va a ser la encargada de interactuar con las sustancias que componen nuestra muestra. Finalmente, el detector es el último lugar del equipo, al que cada analito llegará una vez separado del resto de los componentes, para ser detectado.

Para que una sustancia pueda ser analizada en un GC, debe ser lo suficientemente volátil como para poder ser evaporada en el puerto de inyección. En general, los puntos de ebullición de todos los componentes de las muestras serán menores a los 300 grados Celsius. Además, no debe descomponerse por el calentamiento (por lo que no podríamos introducir en un GC una mezcla de azúcares, por ejemplo).

Un gas carrier - o portador - se encarga de transportar la muestra a través de la columna, desde el inlet hacia el detector. Una cañería lleva a este gas Carrier desde el cilindro hasta la entrada del GC. Este gas debe ser inerte, y generalmente se utiliza como Carrier: Helio, Nitrógeno, o Hidrógeno. La presión de trabajo de un GC está normalmente entre 5 y 25 psi (o libras por pulgada cuadrada).

Como resultado de la separación, el detector va a registrar un aumento de la señal cada vez que detecte a una sustancia. Un software se encarga de controlar al cromatógrafo, pero además registra la señal producida por el detector en todo momento. El registro de la señal durante el análisis, en el que en el eje "x" se representa al tiempo transcurrido, y en el eje "y" a la abundancia de las señales, se llama "cromatograma".

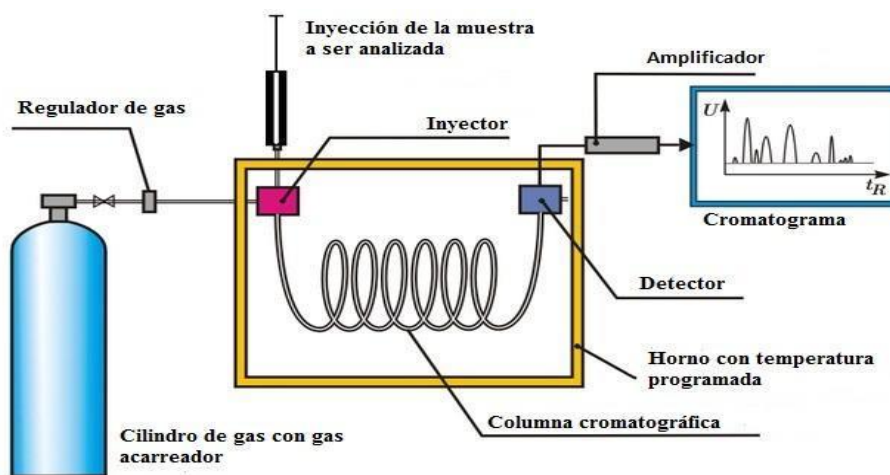


Figura 22. Esquema de un cromatógrafo de gases. Fuente: <https://www.lifeder.com/cromatografia-de-gases/>

El gas portador debe ser un gas inerte, para impedir su reacción con el analito o la columna. Generalmente se emplean gases como el helio, argón, nitrógeno, hidrógeno o dióxido de carbono, y la elección de este gas en ocasiones depende del tipo de detector empleado. El almacenaje del gas puede ser en balas normales o empleando un generador, especialmente en el caso del nitrógeno y del hidrógeno. Luego tenemos un sistema de manómetros y reguladores de flujo para garantizar un flujo estable y un sistema de deshidratación del gas, como puede ser un tamiz molecular.

Generalmente la regulación de la presión se hace a dos niveles: un primer manómetro se sitúa a la salida de la bala o generador del gas y el otro a la entrada del cromatógrafo, donde se regula el flujo. Las presiones de entrada varían entre 10 y 25 psi, lo que da lugar a caudales de 25 a 150 mL/min en columnas de relleno y de 1 a 25 mL/min en columnas

capilares. Para comprobar el caudal se puede utilizar un rotámetro o un simple medidor de pompas de jabón, el cual da una medida muy exacta del caudal volumétrico que entra a la columna.

La pureza de los gases es sumamente importante, se requieren niveles 4.5 o mayores es decir 99.995 % de pureza. Sin embargo, debido al cuidado que se debe tener con la fase activa de la columna, se hace completamente necesario la instalación de trampas a la entrada del gas portador, estas trampas obviamente tienen una capacidad limitada, pero son importantísimas al momento de usar el cromatógrafo. Estas trampas evitan el ingreso de hidrocarburos, agua y CO entre otros.

✓ **Aplicaciones**

La GC tiene dos campos de aplicación importantes. Por una parte su capacidad para separar mezclas orgánicas complejas, compuestos organometálicos y sistemas bioquímicos. Su otra aplicación es como método para determinar cuantitativa y cualitativamente los componentes de la muestra. Para el análisis cualitativo se suele emplear el tiempo de retención, que es único de cada compuesto en condiciones determinadas (mismo gas portador, rampa de temperatura y flujo), o el volumen de retención. En aplicaciones cuantitativas, integrando las áreas de cada compuesto o midiendo su altura, con los calibrados adecuados, se obtiene la concentración o cantidad presente de cada analito.

✓ **Cuidados**

- El equipo GC-2014 es muy completo, esto conlleva a que cualquier error del usuario sea reportado en pantalla con su respectiva descripción. Sin embargo, lo ideal es no obligar al sistema a reparar errores si es posible evitarlos.
- El cromatógrafo no puede ser operado en ausencia de los gases, esto puede dañar el funcionamiento del equipo.
- Se debe tener especial cuidado con la preparación de la muestra para ser inyectada en el cromatógrafo, la cual debe ser totalmente traslúcida, es decir no puede tener presencia de sólidos, y no debe tener concentraciones muy altas porque puede saturar el detector.
- El equipo puede funcionar en un rango de temperatura óptimo de 5 a 400 °C sin embargo para almacenarlo, lo recomendable es una temperatura alrededor de los 25 °C, esto con el fin de evitar daños en las piezas, además de esto el equipo debe funcionar a una humedad relativa entre 50% y 60%.
- Si la temperatura o la humedad relativa fluctúan bruscamente puede ocasionar que el detector no funcione adecuadamente lo cual podría alterar los resultados de la corrida, además, los puntos de temperatura controlada del equipo se deberán forzar, lo cual puede ocasionar una avería.
- El equipo debe estar alejado de los rayos directos del sol ya que esto puede alterar la temperatura, además, las piezas de plástico se pueden cristalizar y romperse.

- Las vibraciones también alteran el funcionamiento del equipo, por lo cual debe estar en una base sólida y no debe moverse a menos que sea estrictamente necesario.
 - Se debe tener muy presente la presión en los manómetros, un aumento significativo puede dañar los empaques y las líneas del sistema.
 - El material sucio (viales, membranas, matraces, etc) debe ser lavado 5 veces y en cada lavado debe ser sometido a ultrasonido de 10 a 20 minutos dependiendo del tipo de muestra que haya sido utilizada. el primer lavado se hace con agua de la llave y jabón, el segundo y el tercero con agua destilada, el cuarto y el quinto se hacen con etanol y después el material se deja secar a temperatura ambiente. [16]
-
- **Cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas triple cuadrupolo (GC-MS/MS)**



Figura 23. Cromatógrafo de gases acoplado a espectrómetro de masas triple cuadrupolo (GC-MS/MS). Fuente: Fuente propia

El cromatógrafo de gases (GC) acoplado a Espectrometría de masas, ofrece una poderosa técnica analítica que combina la cromatografía de gases como técnica de separación, y la espectrometría de masas como técnica de detección, identificación y cuantificación para compuestos orgánicos

La Espectrometría de Masas es una potente técnica instrumental de análisis, de alta sensibilidad, basada en la ionización de las moléculas y en la separación y registro de los iones producidos según su relación masa/carga (m/z) en un sistema a vacío. Los iones que llegan al detector producen una señal eléctrica que es ampliada, procesada y registrada en un ordenador, dando lugar al correspondiente espectro de masas que no es más que una representación gráfica de la abundancia de los iones detectados en función de su relación m/z . [17]

Los analizadores de masa son los encargados de separar los distintos iones que pasan por ellos en función de su relación m/z . Lo ideal es que fuera capaz de discriminar entre diferencias de masa muy pequeñas y además dejar pasar suficiente número de iones para que el detector de una señal fácilmente medible.

El analizador de triple cuadrupolo (MS/MS): se trata de una configuración de tres cuadrupolos situados de forma secuencial, de forma que el primero y último (Q1 y Q3) actúan como un cuadrupolo normal, mientras que el segundo tiene unas características especiales y se denomina celda de colisión. En esta celda se introduce una pequeña cantidad de gas (He, Ar), de forma que los iones que entran colisionan con los mismos fragmentándose. Los iones formados pasan al Q3 para finalmente ser analizados. Así, mientras que la celda de colisión no se utiliza como filtro de masas, los cuadrupolos Q1 y Q3 si funcionan como tales y pueden trabajar en modo SIM o SCAN de forma independiente.

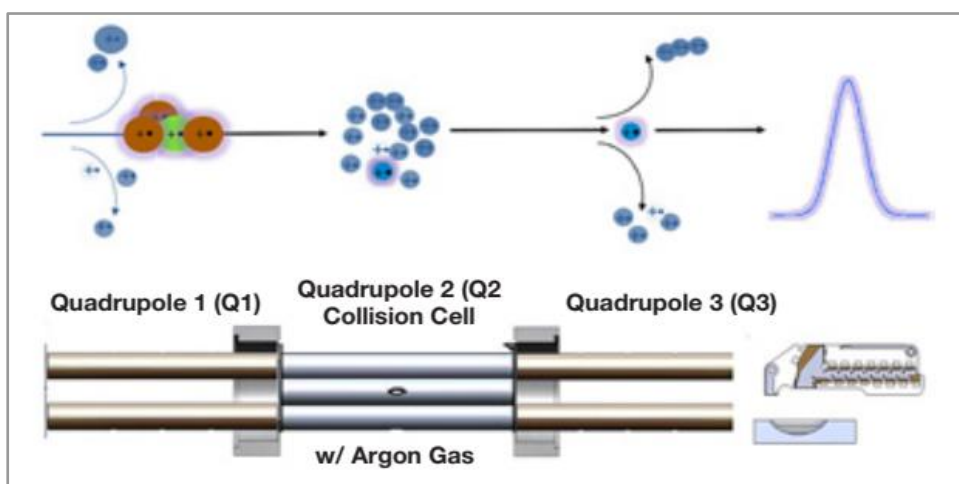


Figura 24. Esquema del analizador de triple cuadrupolo

Fuente: <https://cdn.osabana.com/innovatek/documentos/103.pdf>

Esta técnica puede aplicarse tanto al análisis cualitativo como al análisis cuantitativo de una muestra, siendo especialmente potente cuando se acopla a una técnica de separación previa como es la cromatográfica.

En su vertiente cualitativa, la Espectrometría de Masas nos proporciona las herramientas necesarias para la identificación de sustancias, tanto a partir de sus iones fragmentos que se producen al romper la molécula analizada (caracterización estructural), como empleando el valor de su masa medido con una elevada exactitud (composición elemental).

En lo que respecta al análisis cuantitativo, la intensidad iónica detectada se puede correlacionar con la cantidad de sustancia presente en la muestra, aunque para llevar a cabo una cuantificación absoluta de calidad es necesario disponer de patrones de referencia y llevar a cabo una separación cromatográfica previa [18].

✓ **Cuidados**

- ★ En este equipo se debe tener especial cuidado con la muestra a ser inyectada la cual no debe tener presencia de sólidos y las concentraciones deben ser bajas.
- ★ Debe tenerse precaución con el vacío del espectrómetro de masas el cual debe dejarse estabilizar por lo menos 12 h después de encendido.
- ★ El lavado del material se debe realizar de la misma forma que para el cromatógrafo de gases.

● **Cromatógrafo de Líquidos de alta eficiencia (HPLC) (High Performance Liquid Chromatograph):**



Figura 25. Cromatógrafo de Líquidos de alta eficiencia (HPLC)
Fuente: Fuente propia

Es incuestionable que la cromatografía de líquidos de alta resolución es la técnica de separación más ampliamente utilizada. Las razones de la popularidad de esta técnica son su sensibilidad, su fácil adaptación a las determinaciones cuantitativas exactas, su idoneidad para la separación de especies no volátiles o termolábiles y, sobre todo, su gran aplicabilidad a sustancias que son de primordial interés en la industria, en muchos campos de la ciencia y para la sociedad en general. Algunos ejemplos de estos materiales incluyen los aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, hidrocarburos,

carbohidratos, drogas, terpenoides, plaguicidas, antibióticos esteroides, especies organometálicas y una cierta variedad de sustancias inorgánicas.

El cromatógrafo líquido HPLC posee reservorios donde son colocados los solventes que actúan como fase móvil, esta fase móvil es llevada al interior del equipo mediante una bomba y pasan por unas válvulas que mezclan los solventes para obtener la proporción de fase móvil deseada para cada análisis, la muestra ingresa al equipo a través del puerto de inyección, esto se hace utilizando una micro jeringa de vidrio, después de que la muestra es inyectada, esta es arrastrada por la fase móvil hacia el desgasificador y posteriormente entra en la columna de separación donde la muestra es separada dependiendo de la afinidad de sus componentes por la fase móvil o la fase estacionaria, eluyendo primero aquellos que tengan mayor afinidad por la fase móvil (líquida) y por último los que presentan mayor afinidad por la fase estacionaria (sólida). Después de pasar por la columna los componentes separados llegan al detector donde la señal es detectada y amplificada para ser obtenido una señal gráfica llamada cromatograma. [19]

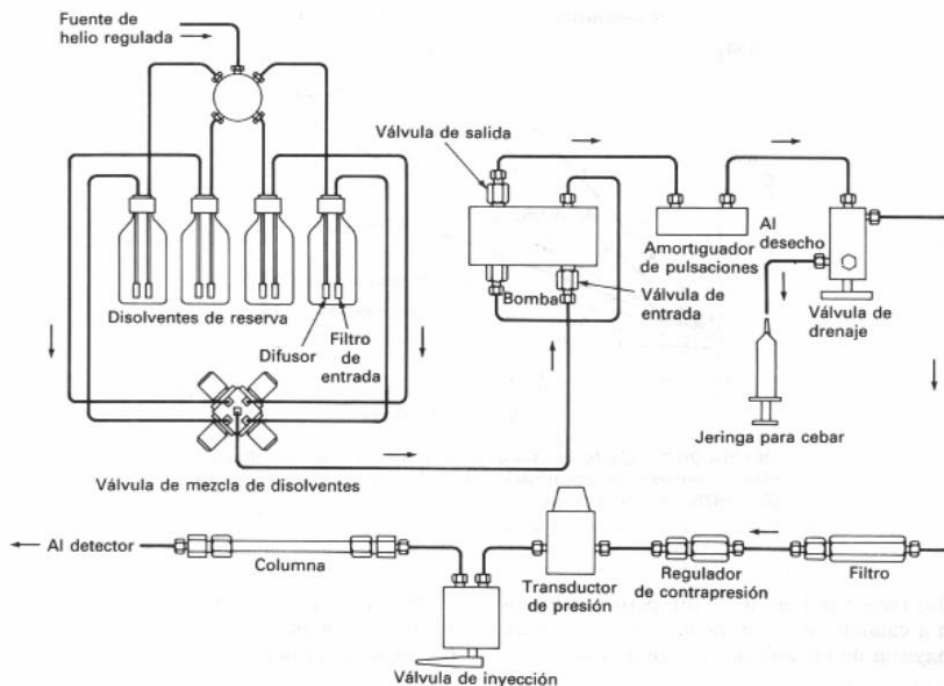


Figura 26. Esquema de un HPLC. Fuente:

<https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/8248/4/T4cromatliquid.pdf>

✓ Cuidados

- Tanto la fase móvil como la muestra deben ser filtradas y desgasificadas antes de ser utilizadas en un análisis.
- La columna debe ser guardada en un solvente que no la dañe ni produzca hongos, generalmente estos solventes son indicados por el fabricante para cada columna.

- Mantener la columna y los conductos con el solvente que mejor convenga.
 - Cuando se trabaje con soluciones tampón debe tenerse en cuenta no utilizar altas temperaturas, debido a que al enfriarse el equipo después del análisis se presenta la formación de sales que pueden tapar los conductos del equipo.
 - Tener especial cuidado a la hora de utilizar soluciones con pH ácido o básico para no dañar el equipo. Debe trabajarse dentro del rango de pH recomendado tanto para la columna como para el equipo.
 - No se debe dejar subir la presión del equipo hasta el máximo permitido.
 - Se debe tener cuidado al realizar adecuadamente el encendido y apagado del equipo.
 - El material sucio (viales, membranas, matraces, etc) debe ser lavado 5 veces y en cada lavado debe ser sometido a ultrasonido de 10 a 20 minutos dependiendo del tipo de muestra que haya sido utilizada. el primer lavado se hace con agua de la llave y jabón, el segundo y el tercero con agua destilada, el cuarto y el quinto se hacen con etanol y después el material se deja secar a temperatura ambiente.
- **Calorímetro diferencial de barrido (DSC/TGA) (Differential Scanning Calorimeter/ Thermogravimetric Analysis)**



Figura 27. Calorímetro diferencial de barrido (DSC/TGA). Fuente: fuente propia

La calorimetría diferencial de barrido, o DSC (en inglés), es una técnica para el análisis térmico que evalúa el efecto de la temperatura sobre la variación de la capacidad calorífica (C_p) de un material. Se toma una muestra de una masa conocida y se la somete a calor o frío para luego analizar los cambios que se producen en su capacidad calorífica a medida que se modifica el flujo de calor. Esto permite detectar transiciones como puntos de fusión, transiciones vítreas, cambios de fase y curado. Por su flexibilidad, y dado que la mayoría de los materiales presentan algún tipo de transición, la técnica DSC se emplea en muchas industrias para aplicaciones farmacéuticas, poliméricas, alimenticias, papelera, imprenta, manufactura, agricultura, semiconductores y electrónica.

El mayor beneficio de DSC es la facilidad y rapidez para detectar la transición de los materiales. Para el análisis de cualquier tipo de material polimérico, la transición vítrea resulta importante para entender dicho material. En cristales líquidos, metales, productos farmacéuticos y materiales orgánicos puros se pueden observar cambios de fase o polimórficos y estudiar el grado de pureza. Para el procesamiento o destilación de materiales, conocer su capacidad calorífica y los cambios en el contenido de calor (denominado entalpía) del material resulta útil para calcular la eficiencia de los procesos. Por estas razones, la DSC es la técnica más común para el análisis térmico y se la emplea en muchos laboratorios de análisis, control de procesos, aseguramiento de calidad e investigación y desarrollo (I+D).

El calorímetro diferencial de barrido (DSC) es un instrumento fundamental del análisis térmico. Puede emplearse en muchas industrias para aplicaciones farmacéuticas y poliméricas, en nanomateriales y productos alimenticios. La información generada por estos instrumentos se utiliza para comprender el comportamiento amorfo y cristalino, las transiciones polimórficas y eutécticas, el curado y el grado de curado, y muchas otras propiedades de materiales para el diseño, fabricación y evaluación de productos.

El calorímetro diferencial de barrido (DSC/TGA) cuenta con un horno horizontal que permite mayor uniformidad de la temperatura, permite iniciar el aumento de temperatura desde 25 °C hasta 1500 °C con una amplia gama de velocidades de calentamiento para una máxima flexibilidad en el diseño experimental, el DSC/TGA está diseñado con un control de atmósfera superior para satisfacer las aplicaciones más exigentes ya sea mantener una atmósfera inerte, cambiar una curva oxidativa o mantener un alto vacío. Posee un brazo dual horizontal para mediciones de flujo de calor y peso superiores, así como un modo TGA de muestra doble para duplicar la productividad de sistemas competitivos. En el núcleo de cada calorímetro está el exclusivo sistema de termo balanza horizontal de doble haz, el diseño integrado de termopar dentro de los brazos de cerámica proporciona medidas directas muestra, referencia y temperatura diferencial, este equipo brinda estos requerimientos sin requerir restas de línea base ni otra manipulación posterior al análisis. El diseño de equilibrio garantiza una detección precisa incluso de los cambios de peso más pequeños. El DSC/TGA posee una pantalla táctil que pone al alcance de sus manos la funcionalidad del instrumento, mejorando su uso y facilitando más que nunca la obtención de datos. [20]

✓ **Cuidados**

- En este equipo se debe tener en cuenta que el lugar donde se coloque no debe estar sometido a vibraciones, debido a que esto puede alterar el análisis.
- Se debe tener especial cuidado con la manipulación de la muestra empleando las pinzas a la hora de colocar los crisoles en los brazos del equipo, ya que estos son muy sensibles a movimientos bruscos.
- Valor de presión del gas empleado, este no debe superar los 20 psig.

- Es necesario conocer un poco sobre la muestra a tratar, pues ésta puede tener una reacción brusca frente la exposición a una alta temperatura, contaminando el interior horno y afectado su funcionamiento.
 - El equipo nunca se debe mover de lugar, pues éste está calibrado para funcionar en la ubicación en la que se encuentra.
 - No se debe operar el equipo en ausencia de nitrógeno.
 - Para el lavado de material se debe tomar los crisoles y lavarlos con acetona, si hubiera material que quedó pegado al crisol, se puede tratar de remover utilizando hisopos. Después usualmente se debe programar una rampa hasta 1500 C a cualquier velocidad (30 C/min puede ser). Esto se hace con el objetivo de calcinar cualquier residuo que la limpieza con acetona no haya podido remover.
 - La pinza y espátula, se pueden limpiar fácilmente con acetona o agua, cerciorándose que el material sea removido por completo.
- **Espectrofotómetro Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR) (Fourier-transform infrared spectrometer)**

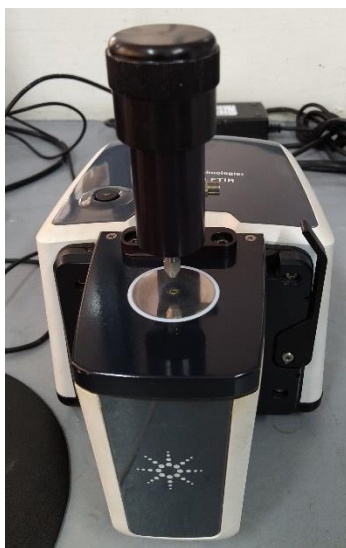


Figura 28. Espectrofotómetro Infrarrojo por Transformada de Fourier (FTIR).
Fuente: Fuente propia

La espectroscopia IR es el método por el cual se estudia la absorción o emisión de energía radiante originada por la interacción entre la radiación electromagnética y el material en estudio. La IR se basa en que las moléculas tienen la posibilidad de rotar y vibrar a distintas frecuencias (modos normales vibracionales). O sea que, una molécula

puede absorber la energía de fotones en el rango energético de IR en el caso en que exista una diferencia en el momento dipolar de la molécula mientras ocurre un movimiento vibracional rotacional y cuando la frecuencia asociada con la radiación resuena con el movimiento vibracional. Los componentes de los enlaces químicos tienen movimientos vibratoriales con frecuencias naturales dentro del rango de frecuencias del infrarrojo.

Existen modos vibratoriales que inducen oscilaciones que pueden entrar en resonancia con un haz de IR. Esto produce un intercambio de energía entre el haz y las moléculas constituyentes. Existe un comportamiento característico para un enlace con un tipo atómico, un entorno químico y una concentración de enlaces determinadas. Se puede decir entonces, que en un espectro infrarrojo se pueden manifestar bandas asociadas a prácticamente todos los compuestos moleculares. Cada una de estas bandas corresponden a un movimiento de vibración de uno de los enlaces dentro de la molécula. Se sostiene entonces que el conjunto constituye la huella dactilar del compuesto. Cada compuesto tendrá entonces un comportamiento particular frente a un haz de infrarrojos, en esto se basa la eficacia de la IR.

El espectrofotómetro infrarrojo puede ser utilizado para analizar muestras sólidas y líquidas, el equipo cuenta con un láser que emite un sólo haz que emite radiación infrarroja que se direcciona mediante un conjunto de espejos, la radiación pasa posteriormente a las ventanas de KBr y se concentran en el diamante donde se encuentra depositada la muestra que mediante propiedades refractométricas desvía la radiación al estar pasando de un medio a otro, esta radiación es nuevamente direccionada llegando al detector y al transductor de señal, el equipo realiza este procedimiento sin muestra para realizar un background y luego con la muestra ya en posición, estas radiaciones son restadas y el transductor de señal genera un espectro característico de la espectroscopia infrarroja con la ayuda de la transformada de Fourier. [21]

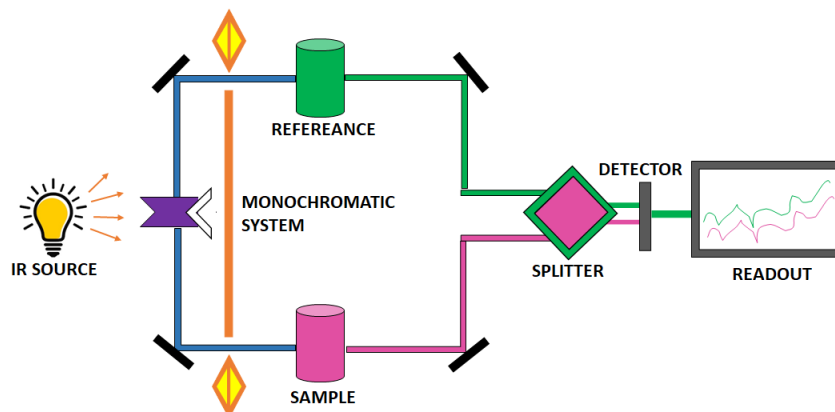


Figura 29. Esquema de funcionamiento de un FTIR
Fuente: Fuente propia

✓ Cuidados

- Uno de los cuidados que se deben tener con este equipo es guardarlo siempre en desecador para mantener seco el KBr que se encuentra dentro del equipo.
- No colocar los dedos al espejo en donde se juntan las dos partes.
- Desconectar el equipo y el computador cada vez que se termine de utilizar.
- El diamante debe mantenerse limpio.
- Las pinzas utilizadas se lavan con el mismo etanol o con el isopropanol que se utiliza para lavar el cristal
- Siempre deben ser usados goteros nuevos, porque la mayoría de las muestras que se trabajan son orgánicas.

4. EQUIPOS AUXILIARES

- **Centrífuga:**



Figura 30. Centrífuga. [2]

La centrífuga es un equipo de laboratorio que genera movimientos de rotación, tiene el objetivo de separar los componentes que constituyen una sustancia. Hoy en día hay existe una diversidad de centrífugas que tiene diferentes objetivos, independientemente del tipo de investigación o industria.

Por lo general, la centrífuga es utilizada en los laboratorios como proceso de la separación de la sedimentación de los componentes líquidos y sólidos. Hay diferentes tipos de centrífuga, como centrífugas de baja velocidad, centrífugas para micro hematocritos, y ultracentrífugas, este último tipo generalmente se utiliza para la separación de las proteínas. Pero cada uno de ellos tiene diferentes velocidades:

- Macro centrífuga que va desde los 2.000 y 6.000 R.P.M.
- Micro centrífugas entre 10.000 y 18.000 R.P.M
- Ultracentrífugas que va desde 20.000 y 75.000 R.P.M.

Dependiendo del tipo de centrífuga cada una tendrá diferente funcionamiento y características (tipo de rotor y tipo tubo porta muestras). En el caso de su control eléctrico, siempre va a disponer de diferentes elementos como el control del tiempo, el control de temperatura, control de refrigeración, velocidad de rotación, entre otras.

Tabla 2. Componentes de una centrífuga de laboratorio

Componente	Descripción
Tapa	Impide el acceso a las muestras mientras estas se encuentran bajo acción de la centrífuga.
Cámara	Espacio físico donde se realiza el proceso de centrifugación. Dentro de esta gira el rotor.
Interruptor de encendido	Controla el suministro de energía a la centrífuga
Marcador de tiempo	Permite controlar el tiempo de la centrifugación.
Tacómetro	Muestra la velocidad a la que gira el rotor, es decir, la velocidad de la centrifugación.
Freno	Permite regular la detención de la centrífuga.
Control de velocidad	Permite regular la velocidad de centrifugado.

Carga de la centrífuga:

- Colocar las cargas que tienen la misma masa o peso de forma opuesta en el rotor.
- Además de tener la misma masa, deben tener el mismo centro de gravedad, no coloque tubos y recipientes como pares contrapuestos.
- Utilice la centrífuga colocando todos los accesorios en el rotor.
- Utilice el rotor y accesorios originales del equipo. Las piezas no originales pueden producir un desbalance.
- Complemente estas recomendaciones con las instrucciones del fabricante.

Utilización:

- Es importante tomar en cuenta estas recomendaciones para mantener la centrífuga en condiciones adecuadas:
 - Mantener cerrada la tapa en el proceso de centrifugado
 - Compruebe que la superficie donde se encuentre la centrífuga esté nivelada.
 - Reemplazar los recipientes metálicos que se encuentre en mal estado
 - No utilice equipo de vidrio en mal estado
 - Reemplazar los tapones amortiguadores de los portamuestras.
 - Mantener la centrífuga libre de restos de muestras, vidrio y polvo
 - Compruebe el funcionamiento del equipo:
 1. Cargue la centrífuga correctamente y ciérrela.
 2. Asegúrese que la centrífuga esté bien cerrada.
 3. Accione el interruptor de encendido, fijando previamente la velocidad y/o el tiempo de centrifugación.
 4. Observe detenidamente el funcionamiento.
 5. Si existen problemas contactar con el fabricante. [2]

- **Autoclave**



Figura 31. Autoclave. [2]

Una autoclave es un recipiente metálico de paredes gruesas con cierre hermético que permite trabajar con vapor de agua a alta presión y temperatura, que sirve para esterilizar material médico o de laboratorio. La autoclave inactiva todos los virus y bacterias, aunque se ha llegado a saber que algunos microorganismos pueden soportar las temperaturas de la autoclave. Las autoclaves se utilizan en aplicaciones principalmente de esterilización y en la industria química.

Muchas autoclaves se usan para esterilizar equipos y suministros sometiéndose a vapor de agua saturado a alta presión a 121°C durante alrededor de 15 a 20 minutos dependiendo del tamaño de la carga y el contenido. La autoclave fue inventado por Charles Chamberland en 1879.

La esterilización con vapor de agua es el método más efectivo, ya que actúa coagulando las proteínas de los microorganismos llevando así a su destrucción.

Tabla 3. Tipos de autoclave

Por gravedad	De pre-vacío
El aire es removido por gravedad, cuando entra el vapor en la cámara, el aire frío que se encuentra en ella tiende a salir por el conducto que se encuentra en la parte inferior de la cámara. Este proceso es muy lento y favorece la permanencia de aire residual en la cámara.	Tienen una bomba de vacío que retira rápidamente todo el aire de la cámara, de modo que el vapor se introduce a mayor velocidad dentro de la cámara, mejorando la eficiencia de la autoclave al eliminar las bolsas de aire e incrementar la velocidad del proceso. Constituye un sistema mucho más eficiente que otros.

Tabla 4. Etapas de funcionamiento de la autoclave

Puesta en marcha	Se cierran las puertas herméticamente para que la cámara quede sellada.
-------------------------	---

Expulsión del aire	En esta fase se eliminará el aire contenido en la cámara y se favorecerá a la eliminación posterior del aire dentro de los paquetes y de los contenedores. Para ello se inyecta vapor en la cámara y se activa el sistema de vacío.
Preparación	Para la extracción del aire de los productos y de la cámara, se realiza una serie de fases (hasta cuatro) de inyección de vapor (de recámara a cámara) seguidas de fases de vacío (prevacío), mediante el sistema de vacío, para eliminar completamente el aire restante.
Calentamiento	Se introduce vapor en la cámara y en el interior de los contenedores, hasta alcanzar la temperatura y presión de esterilización.
Esterilización	Se mantiene constante la temperatura y presión en la cámara durante el correspondiente tiempo de esterilización.
Desvalorización	El vapor de la cámara es eliminado por el sistema de vacío y se produce un descenso de la presión.
Secado	Se inicia un vacío final, profundo y duradero. Se mantiene el vapor en la recámara, para mantener caliente la cámara y ayudar a secar el producto a fin de evitar todo tipo de recontaminación bacteriana durante el transporte y el almacenamiento.
Igualación	Entrada de aire atmosférico a la cámara, a través de un filtro de aire estéril, para compensar la presión de la cámara (que estaba en depresión) con la atmosférica. El vapor utilizado se condensa y se convierte en agua transportándose a un depósito.
Finalización del proceso	Se liberan las puertas para que puedan ser abiertas.

Tabla 5. Parámetros que hay que controlar en una autoclave

Presión de vapor	Tiempo	Temperatura
El vapor será saturado y libre de impurezas utilizando agua tratada. La pureza del vapor, la saturación y la disponibilidad del vapor son importantes variables del proceso. De la calidad del vapor depende que la esterilización sea efectiva o no. Estas impurezas pueden oxidar el instrumental.	Tiempo de exposición del producto o de la cámara a la temperatura de esterilización. Es la duración de la fase de esterilización.	Temperatura a la que se mantiene la cámara durante la fase de esterilización.

Indicadores de Esterilización

Existen indicadores físicos, químicos y biológicos que pueden usarse para asegurar que una autoclave alcance la temperatura correcta durante el tiempo correcto. Si un artículo no tratado o mal tratado puede confundirse con un artículo tratado, existe el riesgo de que se mezclen, lo que, en algunas áreas, como la cirugía, es crítico.

Algunos indicadores físicos consisten en una aleación diseñada para derretirse solamente después de ser sometida a una temperatura dada durante el tiempo de retención correspondiente. Si la aleación se funde, el cambio será visible.

Los indicadores químicos se encuentran en el embalaje médico y la cinta de autoclave, ya que cambian de color una vez que se han cumplido las condiciones correctas, indicando que el objeto dentro del paquete, o debajo de la cinta, ha sido procesado apropiadamente.

Los indicadores biológicos contienen esporas de una bacteria resistente al calor, *Geobacillus stearothermophilus*. Si la autoclave no alcanza la temperatura adecuada, las esporas germinan cuando se incuban y su metabolismo cambiará el color de un producto químico sensible al pH.

Consideraciones

Las autoclaves utilizan vapor de alta presión y temperatura para la esterilización. Los riesgos son potenciales y por tanto es necesario seguir ciertas consideraciones.

Posibles Peligros:

- Se pueden provocar quemaduras en la piel al manipular las paredes y la puerta de la cámara de la autoclave.
- El vapor residual que sale de la autoclave y los materiales al finalizar el ciclo de uso.
- Lesiones de manos y brazos al cerrar la puerta.
- Lesión corporal si hay una explosión.

Para asegurar la salud y seguridad del personal que usa la autoclave, es importante:

- Capacitar al personal respecto al uso adecuado de la autoclave.
- El nombre de la persona responsable de la autoclave debe ser colocado cerca de la autoclave.
- Es responsabilidad del supervisor asegurar que los empleados estén entrenados antes de operar cualquier unidad de autoclave.
- Se deben seguir los documentos de procedimiento y de instrucción proporcionados por el fabricante.
- Se debe usar ropa y equipo de protección personal cuando se carga y descarga la autoclave.
- Las autoclaves deben ser inspeccionadas al menos una vez al año.
- Las tiras de esporas pueden usarse para validar la eficacia del funcionamiento de la autoclave.

El equipo para protegerse contra quemaduras incluye:

- Guantes termoaislantes que proporcionan una cobertura completa de las manos y el antebrazo
- Bata de laboratorio
- Protección ocular
- Calzado de pies cerrados

Es muy importante para la esterilización que el vapor sea:

- Limpio: Es decir un vapor formado a partir de agua limpia, es decir, agua filtrada y libre de sustancias contaminantes como el cadmio, magnesio, plomo o cloro entre otras.
- Puro: Esto quiere decir que la presencia de agua en forma líquida sea muy baja, esto se considera cuando es menor al 3%.

Para que sea efectiva la esterilización:

- El vapor tiene que estar en contacto directo con el material a esterilizar (por lo que la carga de los elementos es muy importante).
- Crear el vacío efectivo con el fin de desplazar todo el aire presente inicialmente en la autoclave y su sustitución por vapor. [2]

- **Microscopio Esteroscópico**



Figura 32. Microscopio Esteroscópico Fuente: Equipamiento Científico
<https://equipamientocientifico.com/shop/product/microscopio-estereoscopio-trinocular-labo-tech-ao745t-10204?category=66>

Los microscopios estereoscópicos, observan la muestra a través de dos lentes distintas. Esto permite que la imagen que llega a cada ojo sea ligeramente distinta. La combinación de estas dos imágenes mediante nuestros ojos produce el efecto tridimensional. Los microscopios estereoscópicos son en general microscopios de luz reflejada. Es decir, un foco ilumina la muestra y la luz reflejada por la muestra es observada a través de los objetivos y oculares. De este modo se pueden observar muestras sin necesidad de laminarlas como en el caso de los microscopios de luz transmitida, donde la luz atraviesa

la muestra antes de llegar al objetivo. Este es el motivo por el cual generalmente los microscopios estereoscópicos tampoco tienen ni condensador ni diafragma.

Este tipo de microscopio es por lo tanto adecuado para observar de forma aumentada todo tipo de objetos sin necesidad de llevar a cabo un proceso de preparado de la muestra. Esto los hace muy útiles en todo tipo de campos y aplicaciones incluyendo el control de calidad de materiales, la construcción de microcircuitos, el montaje de relojes o procedimientos de microcirugía. En general, los microscopios estereoscópicos son muy utilizados en campos donde debe manipularse la muestra mientras se observa.

Tipos de microscopio estereoscópico

Microscopio estereoscópico Greenough

En el microscopio estereoscópico Greenough los dos objetivos tienen una cierta inclinación entre ellos, normalmente de entre 10 y 12 grados. Esto es suficiente para crear dos imágenes ligeramente distintas que proporcionan el efecto tridimensional. Este diseño fue desarrollado por el americano Horatio S. Greenough y fue el primer tipo de microscopio estereoscópico que funcionó correctamente. Actualmente es el más usado para tareas cotidianas, su diseño robusto requiere de poco mantenimiento y suelen ser más económicos que los microscopios estereoscópicos de objetivo principal común.

Microscopio estereoscópico de objetivo principal común

En el microscopio estereoscópico de objetivo principal común la imagen es observada con un objetivo de gran tamaño. El haz de luz proveniente de la parte izquierda del objetivo es dirigido hacia un ocular mientras que el haz correspondiente a la parte derecha es dirigido hacia el otro ocular. De este modo, las dos imágenes observadas en cada ocular no son las mismas y es posible generar el efecto tridimensional. Este tipo de microscopio estereoscópico suele ser utilizado para aplicaciones complejas que requieren sistemas adicionales de iluminación o accesorios ópticos avanzados.[22]

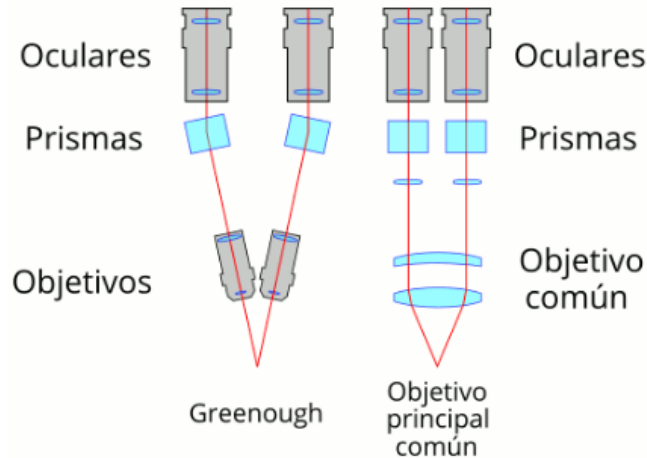


Figura 33. Esquema de los dos tipos de microscopio estereoscópico
 Fuente: Mundo Microscopio <https://www.mundomicroscopio.com/microscopio-estereoscopico/>

Cuidados

- La cara frontal del espejo es sensible a la abrasión y corrosión, no debiendo ser tocados bajo ningún concepto.
- Los espejos se mantendrán protegidos cuando el instrumento no está en uso y, de ser necesario, podrán limpiarse con algodón limpio y alcohol.
- El algodón deberá estar libre de cualquier partícula que pueda rayar el espejo y la superficie azogada se limpiará sólo bajo la presión necesaria para remover la suciedad.
- Las huellas de dedos deberán ser limpiadas inmediatamente, en razón de que sus residuos corroen la superficie azogada.
- Las lentes y prismas de todo tipo de estereoscopios deben ser limpiadas cuidadosamente, en la misma forma que cualquier cristal óptico, con papel siliconado, líquido limpialentes.

• **Microscopio**



Figura 34. Microscopio. [2]

El microscopio es un instrumento que permite observar objetos no perceptibles a al ojo humano. Esto se logra mediante un sistema óptico compuesto por lentes, que forman y amplifican la imagen del objeto que se está observando. Este término surge en el siglo XVII y deriva de las palabras griegas mikrós (pequeño) y skopéoo (observar).

Se distinguen dos tipos de microscopio, basados en el número de lentes y su posición. Estos son:

- Microscopio simple: conocido comúnmente como lupa. Está constituido por un solo lente, o un sistema de lentes que actúan como si fuera una lente simple.
- Microscopio compuesto: se constituye por la combinación de dos o más sistemas de lentes convergentes: uno, próximo al ojo del observador, el ocular y el otro próximo al objeto, denominado objetivo.

Componentes de un microscopio compuesto

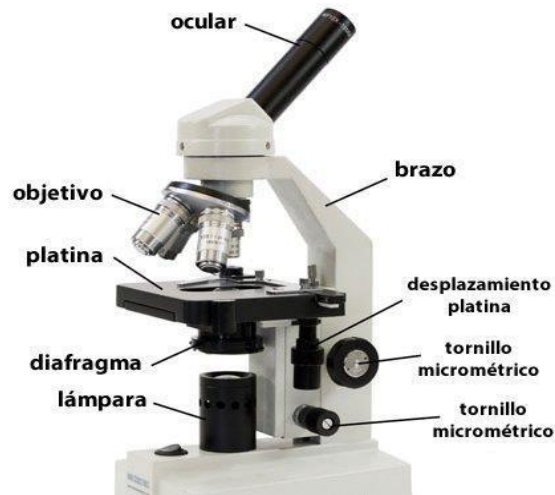


Figura 35. Partes de un Microscopio. [2]

Pie: soporta el resto del microscopio, está constituido por una estructura metálica pesada.

Platina: es la estructura que sostiene el preparado que se desea observar.

Tubo: en él está instalado el sistema óptico. Actualmente son corrientes los aparatos binoculares (dos oculares) que facilitan la visión con los dos ojos y los revólveres portaobjetivos, con los cuales se pueden cambiar los objetivos instantáneamente, sin desenfocar la preparación. El enfoque se hace mediante unos tornillos llamados macrométricos y micrométricos, que permiten desplazamientos verticales groseros y finos, respectivamente.

Objetivos: Se insertan en el revólver del microscopio y se distinguen dos tipos:

- **Objetivos en seco:** En éstos, el aire se interpone entre la lente y el preparado. Los objetivos más comúnmente utilizados son de 4, 10, y 40 x.
- **Objetivos de inmersión:** Se distinguen de los anteriores porque entre la lente y el preparado se debe interponer un medio transparente con un índice de refracción (n) superior al del aire ($n = 1$), y semejante al del vidrio ($n = 1,5$). El medio utilizado es un

aceite de inmersión, como por ejemplo el aceite de cedro. Son aptos para la observación de bacterias, finas estructuras, etc.

Ocular: Permite observar la imagen del objeto formada por el objetivo, actuando como una lupa. Está compuesta por dos lentes: la inferior o colectora, y la superior, o lente ocular.

Sistema de iluminación: Situado debajo de la platina, está formado por:

- **Lámpara ó espejo de iluminación.**
- **Condensador:** Posee la función de concentrar sobre el preparado los rayos luminosos procedentes de la fuente de luz.
- **Diafragma:** Situado debajo del condensador, sirve para graduar la cantidad de luz que llega al objeto.
- **Filtros de luz:** Son placas de vidrios, coloreadas, que dejan pasar las radiaciones de longitud de onda deseadas, absorbiendo las restantes.

Cuidado del microscopio

El microscopio es un valioso instrumento. Para que pueda servir eficazmente año tras año, es necesario que se le dispense el cuidado adecuado. Por este motivo, recuerde las siguientes indicaciones:

- Evite mover el microscopio cuando la lámpara esté encendida, ya que el filamento de la lámpara incandescente es extremadamente sensible.
- Para desplazarlo a distancia, emplee los correspondientes tornillos de fijación.
- No toque las lentes de oculares y objetivos con los dedos, para evitar mancharlos con su grasitud natural.
- No cambie de lugar su microscopio, ni las lentes.
- Luego de usar el microscopio, límpielo con un paño de lino, libre de polvo, o con algodón hidrófilo. Verifique que no hayan quedado preparados sobre la platina.
- Déjelo con el objetivo de menor aumento, la platina lo más próxima posible a él, y protegido con la cubierta correspondiente. [2]

- **Agitador Magnético**



Figura 36. Agitador magnético y magnetos.

Un Agitador Magnético es un dispositivo electrónico que utiliza un campo magnético para mezclar de manera automatizada un solvente y uno o más solutos.

Este dispositivo se compone de una pequeña barra magnética o barra de agitación y una placa debajo de la cual se tiene un imán rotatorio o una serie de electro imanes dispuestos en forma circular a fin de crear un campo magnético rotatorio.

La barra de agitación se deja deslizar dentro de un contenedor, ya sea un matraz o un vaso de precipitado conteniendo algún líquido para agitarlo. El contenedor es puesto encima de la placa donde el campo magnético rotatorio ejerce su influencia sobre la barra de agitación y propicia su rotación.

Los Agitadores Magnéticos también suelen estar equipados con calefacción. Las temperaturas que se pueden alcanzar variarán en unos pocos grados hasta 300°C, dependiendo de la calidad profesional del instrumento.

Al eliminar la necesidad de agitar físicamente un líquido, mediante la utilización de agitadores magnéticos, se disminuye drásticamente el riesgo de contaminación de estos. La necesidad de este surgió principalmente durante la investigación de los alimentos; donde incluso las cantidades más pequeñas de bacterias pueden tener un efecto muy negativo en los resultados. Esto también es esencial para la biología, la medicina y otros campos de investigación.

Instrucciones de Uso

- Colocar el vaso precipitado o matraz con el contenido que se quiere agitar sobre la placa de agitación.
- Introducir la barra de agitación o barra magnética dentro del contenedor.
- Encender el aparato accionando el interruptor correspondiente.
- Ajustar la velocidad comenzando siempre con la más baja para ir aumentándola progresivamente, hasta alcanzar la velocidad adecuada.
- Controlar que el líquido no se salga del recipiente durante el proceso de agitación.
- Finalizada la agitación, colocar el mando de velocidad en su posición inicial.
- Apagar el aparato utilizando el interruptor correspondiente.
- Sacar la barra de agitación del interior del contenedor. [2]

- **Incubadora**



Figura 37. Incubadora. [2]

Una Incubadora de laboratorio es un dispositivo utilizado para cultivar y mantener cultivos microbiológicos o cultivos celulares. La incubadora mantiene una temperatura y humedad óptima garantizando también otras condiciones tales como el dióxido de carbono (CO₂) y contenido de oxígeno presente en la incubadora.

Las incubadoras de laboratorio son esenciales para una gran cantidad de trabajos experimentales enfocados a la **biología celular, microbiología, y biología molecular**.

Las incubadoras más simples son contenedores aislados con un calentador ajustable, los cuales ofrecen temperaturas entre a 60 a 65 °C, aunque algunas pueden ir ligeramente más alto (generalmente a no más de 100 °C). La temperatura más comúnmente utilizada, tanto para bacterias como *Escherichia coli* de uso frecuente, así como para células de mamífero, es de aproximadamente 37 °C, ya que estos organismos crecen bien bajo tales condiciones. Para otros organismos utilizados en experimentos biológicos, tales como la levadura en ciernes *Saccharomyces cerevisiae* (Levadura de la Cerveza), una temperatura de crecimiento de 30 °C es óptima.

Las incubadoras más elaboradas también pueden incluir la capacidad de reducir la temperatura (a través de la refrigeración), o la capacidad de controlar la humedad o los niveles de dióxido de carbono presentes. [2]

- **Agitador Vórtex**



Figura 38. Agitador Vórtex. [2]

Un mezclador de vórtice, o agitador de tubos vórtex, es un dispositivo simple utilizado comúnmente en los laboratorios para mezclar pequeños viales de líquido. Consiste en un motor eléctrico con un eje de impulsión orientado verticalmente y unido a una pieza de goma ahuecada montada ligeramete.

A medida que el motor este encendido, la pieza de goma oscila rápidamente en un movimiento circular. Cuando se presiona un tubo de ensayo u otro recipiente apropiado dentro de la copa de goma, el movimiento se transmite al interior del líquido y se crea un vórtice.

La mayoría de los mezcladores de vórtice están diseñados con formatos de 2 o 4 platos, tienen ajustes de velocidad variable entre 100 y 3.200 rpm y pueden ajustarse para funcionar continuamente o para funcionar sólo cuando se aplica presión hacia abajo a la pieza de goma.

Este equipo es ideal para trabajos de agitación intermitente utilizando tubos, erlenmeyer, vasos de precipitados, frascos, etc. pudiendo agitar varios tubos al mismo tiempo. No está limitado en absoluto al tamaño máximo del tubo o recipiente a utilizar, mucho depende de la técnica, la forma del recipiente, la viscosidad del contenido y la cantidad del líquido.

Partes de un agitador Vórtex



Figura 39. Partes del Agitador Vórtex. [2]

1. Cabezal: Superficie de apoyo para un solo tubo.
 2. Botón: Switch de doble posición para operación continua o manual.
 3. Indicador de encendido: Indica el estado de funcionamiento del dispositivo.
- Adicionalmente algunos modelos incluyen cabezales para agitar múltiples tubos de ensayos (plataforma) y un regulador de velocidad. Estos últimos permiten aumentar o reducir la velocidad. (Gire en el sentido de las agujas del reloj para aumentar la velocidad y en el sentido contrario a las agujas del reloj para reducirla).

Operación

El agitador de tubos vórtex está diseñado para ser usado con un tubo o hasta con múltiples tubos según se requiera. Posee dos modos de trabajo, de agitación continua y por contacto.

Agitación continua

- Posicione el mando de regulación de la velocidad al mínimo, coloque el equipo sobre una superficie estable y segura y conecte el equipo a la red eléctrica.
- Sitúe el mando biposicional hacia la izquierda en ON y el testigo luminoso de funcionamiento se iluminará. El equipo comienza entonces su funcionamiento.
- Gire el mando de regulación de la velocidad para seleccionar la velocidad deseada (modelo con regulación de velocidad).
- En caso de uso de accesorios no estándares, asegúrese de la velocidad.
- Posicione el mando biposicional en el centro en OFF y el equipo, así como el testigo luminoso, se detendrán.

Agitación por contacto

- Posicione el mando de regulación de la velocidad al mínimo, coloque el equipo sobre una superficie estable y segura y conecte el equipo a la red eléctrica.
- Posicione el mando biposicional a la derecha sobre el indicativo TOUCH.
- Gire el mando de regulación de la velocidad para seleccionar la velocidad deseada (modelo con regulación de velocidad).
- Si un tubo de ensayo se coloca verticalmente sobre la cabeza de agitación, el equipo comienza en ese momento su funcionamiento y el testigo luminoso se enciende.
- Posicione el mando biposicional en el centro en OFF y el equipo, así como el testigo luminoso, se detendrán.
- Coloque los tubos de ensayo tan verticalmente como sea posible sobre la cabeza de agitación con el fin de permitir una agitación sin sacudidas.
- Regule el mando de regulación de la velocidad lentamente con el fin de evitar sacudidas durante el trabajo del equipo.

Cuidados y mantenimiento

Advertencia: Desenchufe el agitador Vórtex de la fuente de alimentación antes de realizar procedimientos de limpieza o mantenimiento.

- Después de cada utilización, limpie el agitador con un paño suave.
- No sumerja la unidad o derrame líquidos encima de la misma porque pueden provocarse descargas eléctricas.
- Limpie inmediatamente cualquier derrame adoptando las precauciones apropiadas.
- El cabezal de agitación puede retirarse si hace falta. En primer lugar, desconecte el agitador Vórtex de la fuente de alimentación y, a continuación, extraiga el cabezal de combinación/copa mientras sostiene la carcasa de forma segura y tira del cabezal hacia arriba.
- El cabezal puede limpiarse entonces con un detergente suave. Asegúrese de que el cabezal está completamente seco antes de colocarlo de nuevo en la unidad.
- El motor y el mecanismo de agitado del agitador Vórtex no necesitan lubricación o mantenimiento de rutina. [2]

- **Bomba de vacío**



Figura 40. Bomba de vacío. [2]

Las bombas de vacío son aquellos dispositivos que se encargan de extraer moléculas de gas de un volumen sellado, formando un vacío parcial, también llegan a extraer sustancias no deseadas en el producto, sistema o proceso.

Algunas de las aplicaciones y usos más comunes son:

- Cocción y/o concentrado a baja temperatura de: mosto, jaleas, dulces, jarabes, etcétera.
- Vacío central para clínicas médicas o laboratorios.
- Termoformado de termoplásticos.
- Calibración de tubos de termoplásticos extrusados.
- Máquinas para la industria cárnica.
- Desgasificado y deshidratado para la impregnación de madera u otro material poroso.

- Enfriamiento rápido (evaporación rápida de la humedad en frutas, verduras, lográndose un veloz descenso de la temperatura.).
- Industria textil (tratamiento de diferentes fibras, planchado).
- Desodorizado (eliminando gases indeseables en sustancias químicas, producción de alimentos, etcétera).
- Destilación a baja temperatura (extracción en vacío de fracciones volátiles).
- Eviscerado (eliminación de vísceras en aves, pescados, etcétera).
- Aceleración de filtrado, reduciendo la presión en la descarga del filtro (ej.: filtros rotativos).
- Equipos de esterilización hospitalaria.
- Succión para odontología.
- Etiquetadoras.
- Construcciones varias en fibrocemento.
- Cebado de bombas centrífugas.
- Depresión de napas en suelos

El funcionamiento se define por la velocidad de bombeo y la cantidad de gas evacuado por una unidad de tiempo de las bombas de vacío.

Dos características esenciales de las bombas de vacío son:

- La presión límite, también llamada presión mínima de entrada.
- El tiempo necesario para alcanzar dicha presión.

Ambos factores no dependen necesariamente del tipo de bomba sino del recipiente a evacuar. [23]



Figura 41. Funcionamiento de la bomba de vacío. [2]

- **Fusiómetro**



Figura 42. Fusiómetro Electrothermal. Fuente: Manual Electrothermal

Este tipo de instrumento está diseñado para medir y registrar las temperaturas de muestras cristalinas contenidas dentro de capilares. Hasta tres tubos se pueden acomodar simultáneamente en una ranura iluminada dentro del bloque calefactor. Los tubos capilares se ven a través del ocular de plástico equipado con un lente de aumento.

El beneficio fundamental de este tipo de instrumento es principalmente que permite una rápida y fácil detección del punto de fusión de las sustancias. Por lo cual el usuario tiene control total sobre la transformación total de un estado sólido a líquido.

Al igual que si hay un desconocimiento de la temperatura exacta en la que una sustancia llega a su punto de fusión, con este equipo hace más sencillo obtener esta información. Este instrumento ayuda a determinar la calidad y pureza de una muestra por medio del punto de fusión. [24]

Características

- Cap. máx. tubos capilares de 2 mm de Ø máx. 3 unidades
- Memoria de puntos de fusión: 4
- Rampas de temperatura: 2 rampas: 1 de 1 °C/min. 1 de 10 °C/min. para búsqueda
- Rango de temperatura cámara de 45 a 400 °C
- Rango del termómetro Digital: Ambiente a 400 °C
- Resolución del termómetro: 0,1 °
- Exactitud del termómetro a 23 °C ambiente: 1 °C/min. con capilar de 2 mm Ø: ±0,5 °C a 20 °C. ±1 °C a 350 °C ±1 dígito
- Consumo / Peso 45 W / 2,5 Kg

Cuidados

No se debe superar la temperatura máxima del instrumento.

No dejar el equipo encendido si no se está utilizando.

Mientras el equipo este encendido, no tocar la parte superior, dado que el punto de fusión está caliente.

Los tubos capilares son de vidrio, se rompen fácilmente por tanto deben manipularse con precaución.

- **Floculadores**



Figura 43. Floculadores. [25]

La floculación es un proceso mediante el cual, se adicionan sustancias denominadas floculantes que aglutinan las sustancias coloidales presentes en el agua, facilitando de esta forma su decantación y posterior filtrado. También se entiende como la aglomeración de partículas desestabilizadas en microfloculos y después en floculos más grandes que tienden a depositarse en el fondo de los recipientes construidos para este fin, denominados sedimentadores. Es un proceso para el análisis y posterior tratamiento en aguas potables y residuales

Aplicaciones:

- Determinación de los agentes floculantes para lograr la sedimentación, en el diseño de mezclas para el tratamiento de agua potable, Evaluación de la eficacia de un absorbente sobre agentes tóxicos.
- Para optimizar la adición de coagulantes y polielectrolitos para el tratamiento de aguas residuales y potables.
- Prueba de laboratorio con diferentes dosis químicas, mezcla a velocidad, tiempo de asentamiento, para estimar el mínimo o la dosis ideal de coagulante requerida para alcanzar los objetivos de calidad en un agua.

Características:

- Equipo de agitación de 4 ó 6 plazas que permite acoplar vasos hasta 1000 ml forma alta ó 2000 ml forma baja.
- Regulación electrónica digital de la agitación desde 15 a 200 r.p.m.
- De funcionamiento silencioso.
- Tiempo de funcionamiento regulable de 1 a 999 minutos o en continuo.
- Varillas agitadoras forma pala fija en acero inox. AISI 304, fácilmente intercambiables y regulables en altura.

- Elemento de iluminación ajustable en altura por medio del sistema de fijación original SELECTA, que permite fijar indistintamente en posición posterior o en posición base para conseguir distinto ángulo de iluminación del ensayo. [25], [26]

- **Ultrasonido**



Figura 44. Ultrasonido. [27]

Los baños ultrasonidos crean un efecto de sonicación que consiste en la aplicación de la energía del sonido (generalmente ultrasonidos) para agitar las partículas de una muestra, con diversos fines científicos o industriales.

Una corriente eléctrica transmite su energía a un sistema mecánico que la convertirá en vibraciones de alta intensidad que generan ondas de ultrasonido. Los ultrasonidos generan, a su vez, vibraciones en el material objetivo. Si contiene líquidos, se generarán millones de burbujas microscópicas, las cuales sufren rapidísimos procesos de expansión y colapso que pueden transmitir su energía a otros materiales. Este fenómeno se llama cavitación y puede ser incrementado añadiendo al medio pequeñísimas esferas de vidrio. [27]

Las aplicaciones más comunes de los homogeneizadores ultrasónicos incluyen la preparación de muestras, la lisis y desintegración celulares, Homogeneización, Dispersión y desaglomeración, Reducción del tamaño de partículas y la aceleración de las reacciones químicas (sonoquímica). [28]

- **Rota evaporador**



Figura 45. Rota evaporador. [29]

La mayor parte de los procesos que se llevan a cabo en los laboratorios de Química Orgánica, tanto durante la reacción como en el aislamiento y purificación del producto obtenido, requieren el uso de disolventes orgánicos que en algún momento hay que eliminar.

Los rotavapores, o rotovapores como algunos especialistas los llaman, son dispositivos o equipos que normalmente puedes encontrar entre la maquinaria de un laboratorio y que **sirven para evaporar solventes orgánicos o acuosos**, con la finalidad de facilitar el trabajo de todo proceso que los necesite.

Sin embargo, para entender completamente el funcionamiento de un rotavapor, es esencial comprender su composición y dónde se realiza el proceso de evaporación que se lleva a cabo dentro de la máquina. Un rotavapor, por tanto, está compuesto por las siguientes partes:

- **Condensador**, en el cual se lleva a cabo el proceso de condensación, valga la redundancia. Es la parte eléctrica que sirve para aumentar la capacidad y la carga del rotavapor para conseguir un proceso mucho más efectivo de evaporación.
- **Tubería de carga**, la cual está directamente conectada al condensador y sirve para recargar las válvulas de la máquina con tetrafluoroetileno.
- **Junta**, la cual consiste en un anillo de fluoruro de caucho para de esta manera sellar al vacío todo el proceso y evitar las infecciones en el mismo
- **Bomba de vacío**, la cual funciona para variar la presión necesaria durante el proceso y vigilar la misma mediante un manómetro.
- **Brazo mecánico**, el cual se encarga de subir o bajar el matraz donde se encuentra colocada la muestra que se desea evaporar, llegando hasta el recipiente donde se encuentra el líquido.
- **Controlador de temperatura**, el cual, como bien su nombre lo indica, se encarga de controlar la temperatura de todo el proceso.

Básicamente, el rotavapor funciona con un motor eléctrico que se encarga de producir un giro en la tubería de carga para acoplar el matraz, el cual se sumerge ligeramente en

un baño de agua sin dejar de girar. La temperatura a la cual se realiza todo el proceso no excede de los 35-40 grados centígrados, en promedio. Algunos materiales, por supuesto, pueden necesitar unos grados más o unos grados menos.

Todo esto se realiza en un sistema cerrado, que está estrechamente conectado con la bomba de vacío, haciendo de todo un proceso mucho más rápido. [29]

Para proceder a la utilización de un rotavapor deberá seguirse el siguiente procedimiento:

1. Colocar la disolución cuyo disolvente se quiere evaporar en un matraz de fondo redondo y llenarlo como máximo hasta la mitad de su capacidad. No se deben utilizar recipientes de fondo plano.
2. Comprobar que el matraz colector está vacío y que el tubo evaporador está limpio. Si como consecuencia de la destilación anterior, el matraz colector contiene un disolvente de punto de ebullición inferior al de aquel que se pretende eliminar, el proceso de evaporación se retardará considerablemente.
3. Levantar el montaje utilizando el gato. Acoplar el matraz de destilación a la boca esmerilada del tubo evaporador y sujetar con una pinza para evitar que se caiga al baño de agua.
4. Abrir el agua del refrigerante.
5. Encender el motor que hace girar el matraz. Regular la velocidad del giro de manera que no haya proyección del líquido del matraz hacia el interior del tubo evaporador.
6. Conectar la fuente de vacío y cerrar la llave que comunica el sistema con el exterior.
7. Accionando el gato, bajar el montaje hasta que el matraz de destilación quede parcialmente sumergido en el baño de agua. Encender la calefacción del baño y calentar a la temperatura mínima necesaria para conseguir la evaporación del disolvente.
8. Continuar la destilación hasta que no se observa más condensación de vapores en el matraz colector y el volumen del contenido del matraz de destilación no disminuya más.
9. Accionar el gato para levantar el montaje hasta sacar el matraz de destilación del baño de agua.
10. Desconectar en primer lugar el vacío, abriendo la llave que comunica el sistema con el exterior.
11. Detener el motor rotatorio y retirar el matraz de destilación de la boca del tubo evaporador.
12. Cerrar la fuente de vacío y el agua de refrigerante, y apagar la calefacción del baño.
13. Vaciar el contenido del matraz colector y comprobar que el tubo evaporador está limpio. Si el tubo estuviera sucio, lavarlo con acetona.

Es importante conocer el punto de ebullición del disolvente que se va a eliminar para no sobrecalentar ni calentar demasiado poco el baño de agua. Si el producto que se quiere aislar es líquido, también debería conocerse su punto de ebullición, para evitar evaporarlo junto con disolvente. [30]

Seguridad

Entre los posibles peligros se incluyen las implosiones resultantes del uso de objetos de vidrio que contienen defectos, como las grietas en forma de estrella. Pueden producirse explosiones al concentrar impurezas inestables durante la evaporación, por ejemplo, al aplicar rotavaporación a una solución etérea que contiene peróxidos.

Esto también puede ocurrir cuando se llevan a la sequedad ciertos compuestos inestables, como azidas y acetilidos orgánicos, compuestos que contienen nitroglicerina, moléculas con energía de deformación, etc.

Los usuarios de equipos de evaporación rotativa deben tomar precauciones para evitar el contacto con las partes giratorias, en particular con la ropa suelta, el cabello o los collares. Bajo estas circunstancias, la acción de enrollado de las partes giratorias puede arrastrar a los usuarios hacia el aparato, lo que resulta en la rotura de la cristalería, quemaduras y exposición a productos químicos.

También se debe tener especial cuidado en las operaciones con materiales reactivos al aire, especialmente cuando se trabaja en vacío. Una fuga puede atraer aire hacia el aparato y puede producirse una reacción violenta [31]

- **Digestor – Scrubber de Nitrógeno**



Figura 46. Scrubber de Nitrógeno.

Ampliamente utilizado en laboratorios de análisis, el digestor es un instrumento útil en aplicaciones en ámbito alimentario (determinación de nitrógeno, de proteínas, Total Kjeldahl Nitrogen), en el ambiente (COD, Total Kjeldahl Nitrogen) y en las industrias química y

farmacéutica (nitrógeno orgánico) de acuerdo con una serie de Standard (como AOAC, ISO, EPA, DIN etc.).

Durante la digestión se producen algunos gases tóxicos, con el objetivo de neutralizar dichos gases el equipo cuenta con una bomba, la bomba extrae los gases y los vapores que se producen en las reacciones químicas vía el refrigerador con recipiente de recogida debajo. La potencia de aspiración de la bomba puede regularse con una válvula de desviación situada en la parte trasera del aparato. La fase de condensación se utiliza como extractor preliminar para vapores, vapor de agua (para evitar el calentamiento o un incremento en el volumen de solución de lavado) y para los líquidos arrastrados con ellos, extendiéndose así la vida útil de la fase de neutralización. Los gases ácidos o alcalinos se lavan y neutralizan en la fase de neutralización. La siguiente fase, la de adsorción, retiene la mayoría de las partículas no deseadas por medio de gránulos de carbón vegetal activado o un granulado de adsorción universal. También posibilita la recondensación de los aerosoles. En la fase de reacción que sigue se llevan a cabo reacciones de oxidación-reducción específicas. El aire utilizado se lleva directamente a un extractor o al aire libre por medio de un silenciador. [32]

- **Bomba calorimétrica**



Figura 47. Bomba calorimétrica. [33]

La bomba calorimétrica permite la determinación del poder calorífico específico de una muestra, llevando a cabo su combustión en atmósfera de oxígeno. Para ello es necesario conocer la capacidad calorífica del sistema, la masa de muestra y el incremento de temperatura que origina la combustión en la celda de medición del calorímetro. En ocasiones es necesario corregir el valor de poder calorífico mediante la determinación de la denominada energía de extraños, en la que intervienen los medios de ignición, las sustancias auxiliares a la combustión y la formación y disolución de ácidos nítrico y

sulfúrico, que pueden ser cuantificados mediante valoración o conociendo el análisis elemental de la muestra. [33]

La bomba calorimétrica es un contenedor hecho de acero inoxidable que puede soportar altas presiones. Está sellado gracias a un cierre de rosca. La bomba se carga de gas (oxígeno) a través de la válvula de llenado. Esta bomba se introduce en un recipiente calorimétrico fabricado en acero inoxidable que se rellena con agua y al mismo tiempo se introduce en una camisa de agua de doble pared. La varilla del calorímetro soporta un crisol metálico. La bomba calorimétrica, que contiene la muestra de combustible a quemar, es hermética, ya que puede cerrarse la válvula de llenado y la tapa. La combustión comienza en un alambre delgado calentado momentáneamente al rojo vivo, por el paso de una corriente eléctrica que fluye a través de un terminal aislado, y la varilla, que se conecta eléctricamente a la tapa. El agua del recipiente calorimétrico se agita automáticamente con un agitador impulsado por un motor pequeño. La parte de arriba de la camisa de doble pared se cierra con una tapa que tiene orificios. Un termómetro Beckmann, para medir la temperatura del recipiente calorimétrico, pasará a través de uno de estos orificios. Otros orificios se utilizan para sujetar la camisa a la tapa. Además, uno de estos agujeros se utiliza para insertar el cable que suministra la corriente eléctrica a la varilla. [34]

BIBLIOGRAFÍA

[1] Horno de laboratorio de química. Consultado Lunes 20 de abril de 2020. <http://www.interempresas.net/Laboratorios/FeriaVirtual/Producto-Estufas-y-hornos-para-laboratorio-43094.html>

[2] Mufla de laboratorio. Consultado Lunes 20 de abril de 2020. <https://www.tplaboratorioquimico.com/laboratorio-quimico/materiales-e-instrumentos-de-un-laboratorio-quimico.html>

[3] Mufla de laboratorio. Consultado Lunes 20 de abril de 2020. <https://materialeslaboratorio.com/mufla/>

[4] Placa de calentamiento. Lunes 20 de abril de 2020. <https://acequilabs.com.co/blog/guias-de-uso/para-que-sirve-la-plancha-de-calentamiento/>

[5] Manta de calentamiento. Consultado Martes 21 de abril de 2020. <https://www.quiminet.com/articulos/para-que-sirve-una-mantilla-de-calentamiento-2732853.htm>

[6] Dra. Lastenia Ugalde Meza. MANUAL DE TÉCNICAS BÁSICAS DE LABORATORIO, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Avda. Leopoldo Carvallo 270, Playa Ancha. Universidad de Playa Ancha. Valparaíso - Chile. Pág. 52 y 54.

[7] Refractómetro. Consultado Martes 21 de Abril de 2020. <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/refractometros-manejo.htm>

[8] Polarímetro. Consultado Martes 12 de Mayo de 2020. <https://www.ecured.cu/Polarímetro>

[9] Castro Eusse Federman. Manual de prácticas de laboratorio de análisis instrumental I. 2014. Universidad Tecnológica de Pereira.

[10] Turbidímetro. Consultado Martes 21 de abril de 2020. <https://www.ecured.cu/Turbid%C3%ADmetro>

[11] Espectrofotómetro. Consultado Miércoles 22 de abril de 2020. <https://materialeslaboratorio.com/espectrofotometro/>

[12] Espectrofotómetros celdas. Consultado Miércoles 22 de abril de 2020. <https://consumiblesparaequiposanaliticos.com.mx/celdas-cubetas-espectrofotometros.html>

[13] Espectrofotómetro cuidados de celdas. Consultado Miércoles 22 de abril de 2020. https://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=13069

[14] Espectroscopia de absorción atómica (AA) Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=42504802> Contribuyentes: 4lex, Agualin, Airunp, AristidesCh, Arona, Aristides, Bostok I, Damifb, Diegusjaimes, Eliand, GermanX, Gmelean, Kojie, Mampato, Matdrones, Neodop, Penarc, Rankawito, Rizobio, Rogerman3599, Rosarinagazo, Siabef, Taichi, Tano4595, Tgobamg, 39

ediciones anónimas

[15] Castellanos Cuéllar, Isabel Cristina. Aplicaciones y generalidades de un espectrofotómetro de absorción atómica AA-700 de Shimadzu / Isabel Cristina Castellanos Cuéllar, Javier Ricardo Velandia Cabra, Miguel Ángel González Curbelo, Diana Angélica Varela Martínez, Eduardo Ramirez Valencia. 1a edición / Bogotá: Universidad EAN, 2018. 79 páginas

[16] Day, R., & Underwood, A. (1986). *Química Analítica Cuantitativa*. Cromatografía gas-líquido. (Quinta ed.). PEARSON Prentice Hall.

[17] Skoog, DA; Holler, FJ y Nieman, TA. "Principios de Análisis Instrumental". 2001 Quinta edición. Cap 20: "Espectrometría de masas molecular". Pág: 537-575. McGraw Hill Interamericana de España SL.

[18] Van Bramer, SE. "An Introduction to Mass Spectrometry". 1998. <http://science.widener.edu/svb/massspec/massspec.pdf>

[19] Francisco J. Plou Gasca, Pamela torres salas. "Técnicas de análisis y caracterización de materiales". "Cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)". pág. 788-827. Instituto de Catalisis y Petroleoquímica (CSIC).

[20] TA Instruments-Waters LLC. Discovery SDT Getting Started Guide. 159 Lukens Drive New Castle, DE 19720. 2017. pág. 1-47.

[21] Agilent Technologies. Agilent Cary 630 FTIR Spectrometer User's Guide. pág. 1-60.

[22] Mundo microscopio. Consultado viernes 26 de junio de 2020. <https://www.mundomicroscopio.com/microscopio-estereoscopico/>

[23] Bomba de vacío. Consultado Jueves 23 de abril de 2020. <https://www.quiminet.com/articulos/el-funcionamiento-de-una-bomba-de-vacio-y-sus-caracteristicas-62213.htm>

[24] Aparato de punto de fusión. Cotecno. Consultado el 26 de Junio de 2020. <https://www.cotecno.cl/aparato-de-punto-de-fusion/>

[25] Floculadores. Consultado Jueves 23 de abril de 2020. <http://yarethquimicos.com/Test%20de%20Jarras%20-%20FLOCULADOR%20-%20Yareth%20Quimicos%20Ltda.html>

[26] Floculadores. Consultado Jueves 23 de abril de 2020. <https://www.hwkessel.com.pe/marcas/jp-selecta/floculadores-de-laboratorio>

[27] Ultrasonido. Consultado Viernes 24 de abril de 2020. https://www.equiposylaboratorio.com/sitio/contenidos_mo.php?it=3010

- [28] Ultrasonido. Consultado Viernes 24 de abril de 2020.
<https://www.hielscher.com/es/lab.htm>
- [29] Rotaevaporador. Consultado Lunes 27 de abril de 2020.
<http://cosaslaboratorio.blogspot.com/2017/03/que-son-los-rotavapores.html>
- [30] Rotaevaporador. Consultado Lunes 27 de abril de 2020.
https://rodas5.us.es/file/116d23b8-c458-2012-481b-2357ffa2b34/2/modulo_general_SCORM.zip/pagina_19.htm
- [31] Rotaevaporador. Consultado Lunes 27 de abril de 2020.
<https://quimicafacil.net/infografias/material-de-laboratorio/evaporador-rotativo/>
- [32] BUCHI. Manual de instrucciones Scrubber K-415. Pág. 1-50.
- [33] Bomba Calorimétrica. Consultado lunes 27 de abril de 2020.
<https://ssti.ua.es/es/instrumentacion-cientifica/unidad-de-analisis-termico/analisis-de-poder-calorifico-bomba-calorimetrica.html>
- [34] Bomba Calorimétrica. Consultado lunes 27 de abril de 2020.
<https://www.edibon.com/es/files/equipment/TBCF/catalog>