

# Materiales de laboratorio

## materiales

# Contenidos

## Artículos

<b>Materiales de laboratorio</b>	<b>1</b>
Equipamiento de laboratorio	1
Mortero (utensilio)	2
Gradilla	4
Pipeta	5
Propipeta	7
Pera de succión	7
Tapón	8
Tubo de microcentrífuga	9
Alambique	10
Embudo de decantación	11
Cristalizador	13
Cuentagotas	13
Aparato de Kipp	14
Embudo de filtración	15
Matraz de Erlenmeyer	16
Kitasato	17
Matraz aforado	17
Placa de Petri	18
Probeta (química)	19
Retorta	20
Viscosímetro	21
Serpentín	23
Extractor Soxhlet	24
Tubo de ensayo	26
Tubo refrigerante (química)	27
Varilla de vidrio (química)	32
Tubo de desprendimiento (química)	33
Vaso de precipitados	34
Vidrio de reloj (química)	36
Picnómetro	36
Anillo de hierro	37
Espátula	38

Soporte universal	39
Agitador magnético	41
Asa bacteriológica	42
Autoclave	43
Baño María	46
Centrífuga	47
Mechero Bunsen	49
Termociclador	51
Hipsómetro	52
Crisol	52
Embudo Büchner	54
Calorímetro	55
Colorímetro	57
Espectrómetro	58
PH-metro	59
RIFMA	61
Densímetro	61
Bureta	63
Micropipeta	64
Cámara infrarroja	65
Termómetro de máximas y mínimas	69
Termómetro de Breguet	70
Termómetro de alcohol	71
Termómetro de bulbo	71
Pirómetro	72
Termómetro de bulbo húmedo	73
Psicrómetro	74
Termómetro de mercurio	75
Termómetro de resistencia	75
Termómetro	76
Termistor	79
Termostato	82
Termómetro de gas	85
Termoscopio	85
Material de vidrio (química)	86
Agitador	87
Balón de destilación	87
Dedo frío	88

Medida cónica	89
---------------	----

## Referencias

Fuentes y contribuyentes del artículo	90
Fuentes de imagen, Licencias y contribuyentes	93

## Licencias de artículos

Licencia	96
----------	----

# Materiales de laboratorio

## Equipamiento de laboratorio


### Material más utilizado en un laboratorio de química

Material de madera	Material de plástico o goma	Material de vidrio	Material de metal
Gradilla	Gradilla	Alambique, Ampolla de decantación	Anillo de hierro
Mortero (utensilio)	Pipeta (química)	Cristalizador, Cuentagotas, Aparato de Kipp	Espátula
	Probeta (química)	Embudo de decantación, Embudo de filtración, Matraz de Erlenmeyer	Gradilla
	Propipeta	Kitasato, Matraz aforado	Pie universal
	Pera de succión	Placa de Petri, Pipeta (química)	Agitador magnético
	Tapón	Probeta (química), Retorta, Viscosímetro	Asa bacteriológica
	Tubo de microcentrífuga	Serpentín, Extractor Soxhlet	Autoclave
		Tubo de ensayo, Tubo refrigerante (química)	Baño María
		Varilla de vidrio (química), Tubo de desprendimiento (química), Vaso de precipitados	Centrífuga
		Vidrio de reloj (química), Picnómetro,	Mechero Bunsen, Termociclador
Material de porcelana	Instrumentos de medición	Material volumétrico	Instrumentos térmicos
Crisol	Calorímetro	Bureta	Calorímetro, Cámara infrarroja
Mortero (utensilio)	Colorímetro	Matraz aforado	Hipsómetro, Termómetro de máximas y mínimas
Embudo Büchner	Espectrómetro de transformada de Fourier <sup>[1]</sup>	Micropipeta	Termómetro de Breguet, Termómetro de alcohol
	Espectrómetro	Probeta (química)	Termómetro de bulbo, Pirómetro
	PH-metro	Pipeta (química)	Termómetro de bulbo húmedo, Psicrómetro
	RIFMA		Termómetro de mercurio, Termómetro de resistencia
	Densímetro		Termómetro, Termistor, Termostato
			Termómetro de gas, Termoscopio

## Referencias

[1] *Equipamiento de laboratorio* ([http://books.google.com/books?id=9\\_7xnVy4GzsC&pg=PA216](http://books.google.com/books?id=9_7xnVy4GzsC&pg=PA216)) en Google Books

## Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Equipamiento de laboratorio**. Commons

## Mortero (utensilio)

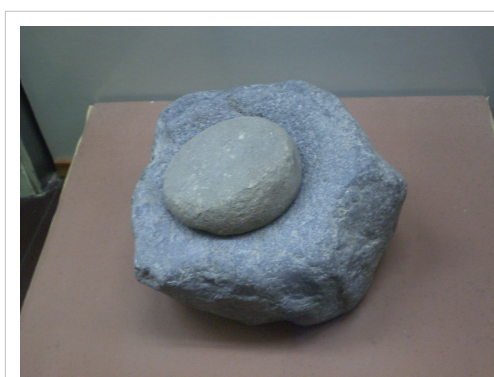
Un **mortero** es un utensilio antiguamente usado en boticas para machacar distintas sustancias, y todavía presente en la cocina tradicional para majar alimentos. Los hay de madera, metal, cerámica y piedra (como el molcajete americano).



Mortero de porcelana para moler pimienta negra.

## Historia

En la antigüedad existían morteros de gran tamaño, elaborados en bronce para triturar y mezclar el mármol o la cal, que se empleaban para fabricar los conglomerantes de construcción o los revocos, como el estuco, por lo que son también usados en **construcción**. En inglés al pilón se le denomina *pestle* que proviene del latín *pistillum*, que significa *machacador*. La palabra latina clásica *mortarium* degeneró en *mortero* en castellano y en inglés como *mortar*, que entre otros muchos usos se puede interpretar como "un receptáculo para triturar", y de la misma forma es el "producto de haber machacado o triturado" una cosa. El poeta romano Juvenal aplicó ambas denominaciones *mortarium* y *pistillum* en artículos empleados en la preparación de drogas, reflejando el uso temprano del mortero y el pistilo (o pilón) en las farmacias actuales y en las boticas de la antigüedad.<sup>[1]</sup> La antigüedad de estos instrumentos se encuentra muy bien documentada en algunas obras de la literatura antigua, tal como el "papiro Ebers" egipcio, que data del 1550 a. C. y que se considera de uno de los documentos más antiguos de la medicina en el Antiguo Egipto, de la misma forma en el antiguo Testamento (Números 11:8 y proverbios 27:22).<sup>[2]</sup>



Mortero indígena. Museo de La Plata.

Esos mismos morteros de gran tamaño fueron usados para construir las primeras culebrinas, que son las primeras piezas de artillería de tiro curvo; por esa razón actualmente *mortero* es el nombre de un arma.

## Usos en Medicina



Los morteros permite mezclar los diversos ingredientes de una prescripción médica. El mortero y el pilón es uno de los iconos más comunes que se asocian con la actividad farmacéutica. En los usos que se hace de este instrumento dentro de la farmacia se suelen encontrar morteros elaborados de porcelana, mientras que el pilón en estos casos suele ser de madera. Esta forma de porcelana suele conocerse como mortero Wedgwood y tiene sus orígenes en el año 1779. Hoy en día el acto de mezclar ingredientes o de reducir su tamaño de partícula es conocido como trituración. Los morteros y pilones se emplean hoy en día en la parafernalia de farmacia y poder con ellos machacar las pastillas hasta reducirlos a polvo y aumentar de esta forma la absorción cuando son ingeridas o inhaladas.

## Preparación de alimentos

Los morteros y los pilones se han empleado igualmente en la cocina para preparar algunos ingredientes o acompañamientos como la mahonesa, el guacamole o el pesto (que deriva de *pistillum* en latín), así como otras especias en polvo. Las tribus nativas de América empleaban morteros (molcajetes) que excavaban en una roca a modo de hueco para poder moler el maíz y otros frutos secos y el utensilio para machacar con el molcajete se llamaba tejolote o temachín. Muchas de estas depresiones excavadas en roca pueden encontrarse en la actualidad en muchos de los territorios. En la cocina se utilizaban morteros con mazos de madera para preparar mochi. Un mortero empedado en Japón son los denominados *suribachi* y *surikogi*. Los morteros y pilones de granito se emplean en el Sudeste de Asia y en la India. En Malasia, es conocida como **lesung**. En algunos países se emplea a menudo y llega a ser un símbolo de su cocina como es el caso de la tradicional cocina mexicana en el que se denomina al mortero, elaborado de basalto, como molcajete. Morteros de gran tamaño, elaborados de piedra de dos a tres metros de altura, se emplearon en Oriente Medio para picar carne y poder elaborar los kibbeh. En África se emplea frecuentemente con un pilón grande para machacar cereales. En la cocina española se emplea en la elaboración de muchos platos, algunos de los más conocidos son las sopas frías como el ajoblanco, salsas como el ajoarriero y preparaciones como el atascaburras.



Mortero de piedra que pervive en actuales cocinas.

## Materiales

Los buenos morteros deben ser pesados o de materiales resistentes, para soportar los golpes prolongados y poder así reducir a polvo las sustancias. El mortero no puede ser frágil ya que se rompería durante la operación de pulverizado. El material debe ser también cohesivo para que no se desgaste su superficie y se mezcle con los ingredientes. En los tiempos antiguos la existencia de residuos abrasivos empleados en la molienda de cereales hacía que existieran accidentes en los dientes. A veces conviene que se elaboren de materiales no-porosos para que no absorban parte de los aromas de las sustancias a machacar. En la preparación de los alimentos, un material que no sea "liso" en la superficie interior del mortero puede hacer que altere las propiedades organolépticas de un ingrediente que se desea pulverizar al interactuar con sabores y aromas de otras sustancias previamente molidas; en este tipo de aplicaciones

se elige siempre un material que sea capaz de ser lavado perfectamente, eliminando la existencia de ingredientes pasados.

## Referencias

[1] *Satira VII* línea 170: *et quae iam ueteres sanant mortaria caecos.* (y los morteros que curan a los ciegos y viejos hombres)

[2] [www.usip.edu](http://www.usip.edu) ([http://www.usip.edu/museum/mortar\\_pestle.pdf](http://www.usip.edu/museum/mortar_pestle.pdf)) - The mortar and pestle from the renaissance to the present

## Gradilla

Una **gradilla** es una herramienta que forma parte del material de laboratorio (química) y es utilizada para sostener y almacenar gran cantidad de tubos de ensayo, de todos los diámetros y formas.

La gradilla es utilizada más comúnmente en laboratorios clínicos.

Su principal función es facilitar el manejo de los tubos de ensayo. Normalmente es utilizado para sostener y almacenar este material. Este se encuentra hecho de madera, plástico o metal; pero las más comunes son las de madera.

Tipos de Gradillas:

.Gradillas rectangulares .Gradillas redondas .Gradillas varias .Gradillas en forma de "Z"



Gradillas.



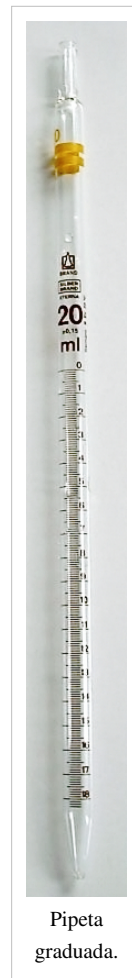
# Pipeta

La **pipeta** es un instrumento volumétrico de laboratorio que permite medir la alícuota de líquido con bastante precisión. Suelen ser de vidrio. Está formada por un tubo transparente que termina en una de sus puntas de forma cónica, y tiene una graduación (una serie de marcas grabadas) indicando distintos volúmenes.

Algunas son *graduadas* o *de simple aforo*, es decir que se enrasa una vez en los *cero mililitros*, y luego se deja vaciar hasta el volumen que se necesite; mientras que otras, las denominadas *de doble enrase* o *de doble aforo*, se enrasa en la marca o aforo superior, se deja escurrir el líquido con precaución hasta enrasar en el aforo inferior. Si bien poseen la desventaja de medir un volumen fijo de líquido, las pipetas de doble aforo superan en gran medida a las graduadas en que su precisión es mucho mayor, ya que no se modifica el volumen medido si se les rompe o deforma la punta cónica.

Para realizar las succiones de líquido con mayor precisión, se utiliza, mas que nada en las pipetas de doble aforo, el dispositivo conocido como propipeta.

Dependiendo de su volumen, las pipetas tienen un límite de actitud




## Límites de error en pipetas (ml)

Capacidad (hasta)	Límite de error
2	0,006
5	0,01
10	0,02
30	0,03
50	0,05
100	0,08
200	0,10

## Metodología de uso

1. Se introduce la pipeta (con la punta cónica para abajo) en el recipiente del cual se desea extraer un volumen determinado de muestra.
2. Se coloca la propipeta o una perita en la punta libre y se hace ascender el líquido por encima del aforo superior.
3. Rápidamente se gradúa con la propipeta o se saca la perita colocando el dedo índice obturando la punta, para evitar que descienda.
4. Se disminuye leve y lentamente la presión ejercida por el dedo, hasta que el líquido comience a descender. Se vuelve a presionar cuando el menisco del líquido llegó a 0. Si el líquido descendió demasiado, se comienza nuevamente.
5. Se traslada la pipeta al recipiente destino.
6. Se disminuye nuevamente la presión del dedo hasta llegar a la cantidad de mililitros necesarios.
7. En el caso de las pipetas graduadas, para vaciarla completamente se saca el dedo completamente y se deja caer. Pero no se debe forzar la caída de las últimas gotas, sino que éstas deben quedar en la punta cónica de la pipeta.
8. En la pipeta graduada se pueden medir distintos volúmenes de líquido, ya que lleva una escala graduada.
9. La pipeta aforada posee un único enrase superior por lo que sólo puede medir un determinado volumen.

## Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Pipeta**Commons.
- La Historia del Pipeteo <sup>[1]</sup>
- aguante ingenieria en computacion <sup>[2]</sup>

## Referencias

[1] <http://www.pipette.es/>

[2] <http://www.aguanteingenieriaencomputaciondelaunlpsomoslosmascaposcomisionCdequimica.es/>

# Propipeta

Una **propipeta** es un instrumento de laboratorio que se utiliza junto con la pipeta para transvasar líquidos de un recipiente a otro evitando succionar con la boca líquidos venenosos, corrosivos o que emitan vapores.

La bomba mide de 3 mm a 11 mm de diámetro y suele ser de goma.

También se le denomina perita de goma de 3 vías o bulbo de succión.

Actualmente existen propipetas automáticas eléctricas que poseen regulador de velocidad de aspirado y dispensado, provistas de filtro hidrofóbico autoclavable que previene la sobre aspiración. Algunas incluyen adaptadores intercambiables para varios tipos de puntas (vidrio o plásticas de hasta 100 mL), indicador de batería baja y soporte incorporado que posibilita dejar la propipeta con la punta puesta cuando no se utiliza.



# Pera de succión

La **pera de succión**, **perita** o **perita de goma** es un aparato que se utiliza en los laboratorios con el fin de succionar un líquido. Se suele utilizar en las pipetas y en los cuenta gotas. Existen dos tipos de peras:

- Las que son de goma blanda en toda su composición. Éstas también se emplean para extraer fluidos nasales en bebés,<sup>[1]</sup> y para realizar enemas.
- Las que son de plástico más duro y que están constituidas por una rueda, con la cual se succiona el líquido, y una palanca con la cual se vierte.

## Referencias

[1] Virus sincitial respiratorio ([http://www.kidshealth.org/parent/en\\_espanol/infecciones/rsv\\_esp.html](http://www.kidshealth.org/parent/en_espanol/infecciones/rsv_esp.html))



## Enlaces externos

- Imágenes de peritas de goma (las antiguas) (<http://www.andaluciaimagen.com/fotos-perita-p1m40a0in0I0IA0.htm>).

# Tapón

Un **tapón** es una herramienta utilizada para sellar un contenedor, por ejemplo una botella, un tubo o un barril. A diferencia de una tapa que no desplaza el volumen interno, los tapones se insertan (al menos en parte) dentro del contenedor en el acto de sellado. El ejemplo más común es el tapón de corcho de la botella de vino.

Hay una variedad en formas y tamaños de los tapones; entre las diferencias en la geometría varía el ángulo de conicidad, diámetro y espesor.

En química, los tapones se hacen generalmente del caucho endurecido. Algunos tapones pueden también incluir unos o más agujeros para permitir insertar el tubo de un embudo u otro material. El tapón de goma puede utilizarse para sellar un frasco porque el usuario quiere mezclar el contenido, o guardarlo y prevenir pérdidas y contaminaciones. En todos los casos, el tapón mantiene el ambiente del contenedor sellado totalmente para los líquidos o los gases no pueden escaparse.

En medicina, se pueden usar tapones para proteger orificios de cuerpo sensibles: tapones para los oídos, tapones para la nariz



Tapón de corcho.

## Legislación

Los tapones en contacto con alimentos, deben cumplir todo lo establecido en el *Reglamento (CE) 1935/2004, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre*, sobre los materiales y objetos a entrar en contacto con los alimentos,<sup>[1]</sup> y en su caso, la reglamentación específica según el tipo de material con el que estén elaborados.

El *Reglamento 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo de 29 de octubre* relativo a la higiene de los productos alimenticios dedica el *Capítulo X del Anexo II* a los requisitos del envasado y embalaje de los productos alimenticios y en su punto 4 dice que "*aquellos envases y embalajes que vuelvan a utilizarse para productos alimenticios, deberán ser fáciles de limpiar y en caso necesario, desinfectar*".

Según el *R.D. 15/92, de 17 de enero*, por el que se aprueba la *Reglamentación Técnico Sanitaria de bebidas refrescantes*, en su *art. 10.2* dice que los materiales con los que podrán ser fabricados los envases que contengan estos productos serán, en general metales, vidrio, materiales poliméricos y cualquier otro autorizado por el Ministerio de Sanidad y Consumo, mediante la reglamentación específica. En el *art. 10.6* dice que los envases podrán ser reutilizables y en su caso el tratamiento para su posterior utilización deberá efectuarse en todos los casos mediante sistemas que aseguren una higienización interna y externa de los mismos y que no transmitan olores y sabores extraños al producto. Así mismo en el *art. 7.2.2.e* dice que "*es una manipulación prohibida la recuperación de tapones no higienizables y el uso de tapones de chapa recuperada*".

Los tapones reutilizables que pueden desmontarse cumplen con esta normativa al poder limpiarse con facilidad. ,<sup>[2]</sup>

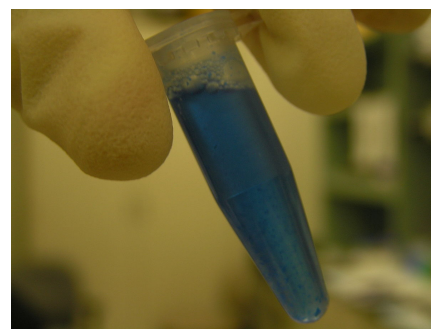
## Referencias

- [1] Reglamento (CE) n° 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de octubre de 2004, sobre los materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos y por el que se derogan las Directivas 80/590/CEE y 89/109/CEE ([http://europa.eu.int/eur-lex/lex/Result.do?T1=V1&T2=2004&T3=1935&RechType=RECH\\_naturel&Submit=Buscar](http://europa.eu.int/eur-lex/lex/Result.do?T1=V1&T2=2004&T3=1935&RechType=RECH_naturel&Submit=Buscar))
- [2] (<http://www.ideajit.com/DENUNCIA.htm>)

## Tubo de microcentrífuga

Un **tubo de microcentrífuga** (comúnmente apodados "ependorf", en referencia al mayor fabricante de estos tubos, la casa Eppendorf) es un pequeño contenedor cilíndrico de plástico, con un fondo cónico y típicamente una tapa unida al cuerpo del tubo para evitar su desprendimiento. Son empleados profusamente en biología molecular y bioquímica no sólo para la centrifugación, sino que, dado su bajo coste, se emplean a menudo como simples viales contenedores de sustancias químicas.

Los tubos están fabricados de polipropileno,<sup>[1]</sup> y pueden emplearse a temperaturas muy bajas (-20 °C) o con disolventes orgánicos como el cloroformo. Su tamaño oscila entre los 200 µL y los 2 mL. La capacidad más comúnmente usada es de 1,5 mL, siendo por otra parte los de 200 µl los más empleados para PCR. La desinfección de los tubos es posible (1 atm, 120 °C, 20 minutos), pero dado su bajo coste y la dificultad de limpieza de la superficie de plástico, los tubos de microcentrífuga son usualmente desechados después de su uso.



Tubo de microcentrífuga con una solución de azul de Coomassie.

## Referencias

- [1] « Chemical Stability of Disposables (<http://www.eppendorfna.com/utilities/enewsletter.asp?ENLUID=e200606&REFUID=AP04>)» (pdf). *Applications Note 05*. Eppendorf (Jun 2005).



Tres tubos de microcentrífuga: 2 ml, 1,5 ml y 200 µl (para PCR).

# Alambique

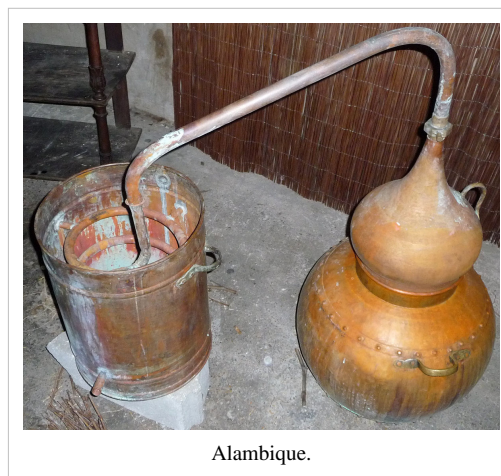
El **alambique** (del árabe *al-inbīq* الأنبيق, del griego *ambix* ἄμβιξ, copa) o **alquitara** (del árabe *al-qattārah* القطاره, la que destila) es el aparato utilizado para destilación de líquidos mediante un proceso de evaporación por calentamiento y posterior condensación por enfriamiento. Fue inventado por los árabes alrededor del siglo X de nuestra era, para producir perfumes, medicinas y el alcohol procedente de frutas fermentadas.

Es una herramienta de destilación simple que está constituida por una caldera o retorta, donde se calienta la mezcla. Los vapores emitidos salen por la parte superior y se enfrían en un serpentín situado en un recipiente refrigerado por agua. El líquido resultante se recoge en el depósito final.

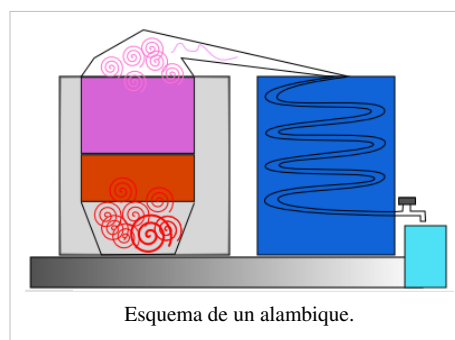
El proceso consiste en que evaporan primero los fluidos con menor temperatura de cambio de estado, por lo que, tras la condensación, se encuentran en el medio final más concentrados. De este modo se concentran aromas o alcoholes.

Los alambiques de laboratorio suelen ser de vidrio, pero los utilizados para destilar bebidas alcohólicas se fabrican normalmente de cobre, porque este material no proporciona sabor al alcohol, resiste los ácidos y conduce bien el calor.

Cuando se destilan líquidos procedentes de la fermentación alcohólica de frutas, como el alcohol hierve a una temperatura (80 °C), inferior a la del agua, los vapores que primero se forman son los de aquél, aunque mezclados con una pequeña proporción de agua, y se consigue destilar una sustancia con mayor grado alcohólico que la original.



Alambique.



Esquema de un alambique.

## Enlaces externos

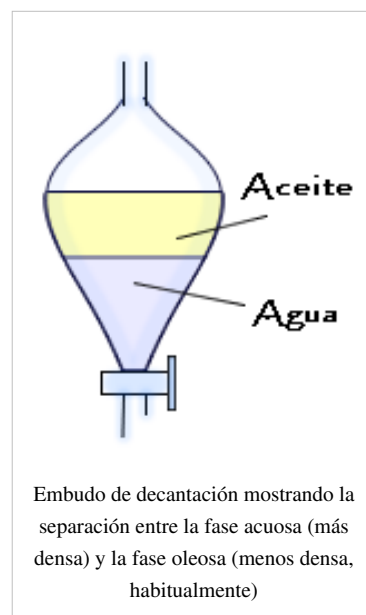
- Alambiques e información acerca de la destilación <sup>[1]</sup>
- [www.coppercrafts.eu](http://www.coppercrafts.eu) - Fabricantes de alambiques <sup>[2]</sup>
- [Alambiques.com](http://Alambiques.com) <sup>[3]</sup>
- información sobre alambiques en alemán <sup>[4]</sup>
- Alambiques tradicionales de Cobre , información en español <sup>[5]</sup>

## Referencias

- [1] <http://www.al-ambique.com/>  
 [2] <http://www.coppercrafts.eu/>  
 [3] <http://www.alambiques.com/>  
 [4] <http://www.premiumdestillen.de/>  
 [5] <http://www.alambiques.info/>

# Embudo de decantación

Un **embudo de decantación**, **ampolla de decantación** o **embudo de separación** es un elemento de vidrio que se puede encontrar en los laboratorios, y que se emplea para separar dos líquidos inmiscibles, o sea, para la separación de fases líquidas de distinta densidad.<sup>[1]</sup> En la parte superior presenta una embocadura taponable por la que se procede a cargar su interior. En la parte inferior posee un grifo de cierre o llave de paso que permite regular o cortar el flujo de líquido a través del tubo que posee en su extremo más bajo.<sup>[2]</sup>

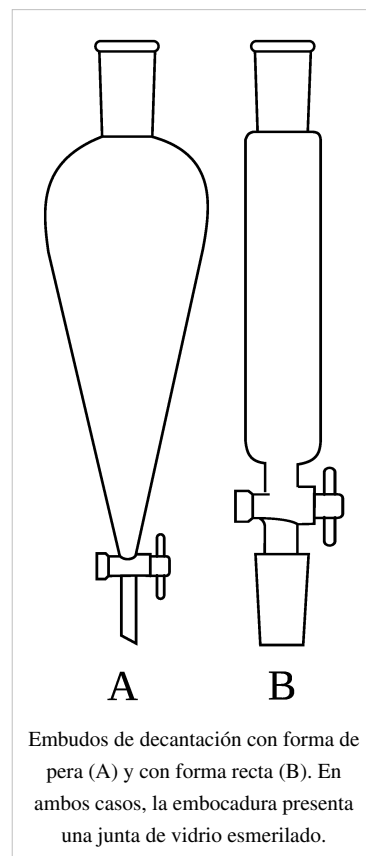


## Formas y modo de empleo

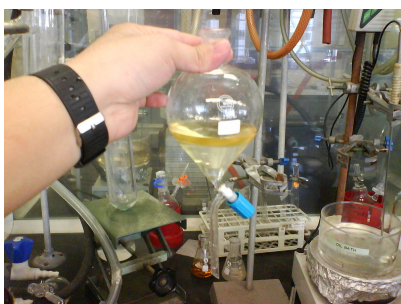
La forma más frecuente que presentan los embudos de decantación es la forma cónica, también llamada forma de pera invertida, con la llave de paso o grifo de cierre en la parte más estrecha.

También existen embudos de decantación con forma cilíndrica o recta. En todos los casos la embocadura tiene una sección troncocónica para admitir su cierre con un tapón, que puede ser de plástico o cristal. En este último caso, la embocadura presenta una junta de vidrio esmerilado.

Es un instrumento especialmente indicado para separar líquidos inmiscibles que se separan, por diferencia de densidades y propiedades moleculares mediante una interfase bien diferenciada. Por ejemplo, si se pretende separar una cierta cantidad (reducida) de una emulsión de agua y aceite se puede cargar en un embudo de decantación, que después de reposar el tiempo suficiente para que aparezca una separación clara de ambas sustancias, se puede separar en dos fracciones. Para ello se abre la espita inferior y se deja escurrir el líquido más denso (en este caso el agua) y justo cuando se observa que la interfase de ambos líquidos va aproximándose a la válvula se corta el flujo. En este momento se tiene el agua recogida en un recipiente, y el aceite dentro del embudo de decantación.



## Galería



Manipulando un embudo de decantación.



Embudo de decantación con grifo de cierre de plástico, mostrando la capa acuosa coloreada.



Embudo de decantación con grifo de cierre de vidrio, y tapón de plástico.

## Extracción de solutos con embudo de decantación

En química orgánica se suele usar con frecuencia para proceder a extraer un soluto de un disolvente, y pasarlo a otro distinto, fenómeno llamado extracción o reparto. A las concentraciones de un soluto disuelto en dos disolventes no miscibles, que se encuentran en contacto y en equilibrio químico, se le denomina coeficiente de reparto.<sup>[3]</sup>

Normalmente la fase acuosa suele ser la más densa y por ello es la que se sitúa en la fase inferior, en cambio, la fase orgánica al ser la menos densa, la encontraremos en la fase superior. Esto no pasa cuando tratamos con disolventes clorados (cloroformo, cloruro de metileno, tetracloruro de carbono, etc.), ya que este es el más denso y por tanto siempre estará en la fase inferior. La fase acuosa la encontraremos entonces en la parte superior.

## Referencias

- [1] Separación de mezclas heterogéneas: Decantación. ([http://www.mysvarela.nom.es/quimica/practicas\\_eso/separacion\\_i.htm](http://www.mysvarela.nom.es/quimica/practicas_eso/separacion_i.htm)) Iniciación profesional al laboratorio de 3º de ESO. Mª Ysabel Sánchez Varela.
- [2] Esquema de embudo de decantación. ([http://mediateca.educa.madrid.org/imagen/ver.php?id\\_imagen=8f3m4pwyhdn1v8u8](http://mediateca.educa.madrid.org/imagen/ver.php?id_imagen=8f3m4pwyhdn1v8u8)) Mediateca. Educamadrid. Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid. (Imagen bajo licencia Creative Commons)
- [3] Extracción líquido-líquido. ([http://www.ugr.es/~quiorred/lab/oper\\_bas/ex\\_li\\_li.htm](http://www.ugr.es/~quiorred/lab/oper_bas/ex_li_li.htm)) Quiorred. Departamento de Química Orgánica. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada. (incluye vídeo)



# Cristalizador

---

Un **cristalizador** es un elemento perteneciente al material de vidrio que consiste en un recipiente de vidrio de base ancha y poca estatura. Su objetivo principal es cristalizar el soluto de una solución, por evaporación del solvente. También tiene otros usos, como tapa, como contenedor, etc. El objetivo de la forma es que tenga una base ancha para permitir una mayor evaporación de sustancias. También puede ser utilizado para conservar, guardar insectos, hojas de árboles, etc

# Cuentagotas

---

Un **cuentagotas** o **gotero** es un tubo hueco terminado en su parte inferior en forma cónica y cerrado por la parte superior por una perilla o dedal de goma.


Se utiliza para trasvasar pequeñas cantidades de líquido vertiéndolo gota a gota.

En los laboratorios en los que se utilizan productos químicos son muy utilizados para añadir reactivos, líquidos indicadores o pequeñas cantidades de producto.

Su uso no está recomendado cuando se requiere precisión en la cantidad de líquido vertido. Para esos casos existen instrumentos más apropiados como la pipeta o la bureta.

Muchos editores de imágenes lo usan como icono de la herramienta para captar el color de un pixel en específico.

## Enlaces externos

-  Wikcionario tiene definiciones para **cuentagotas**. Wikcionario



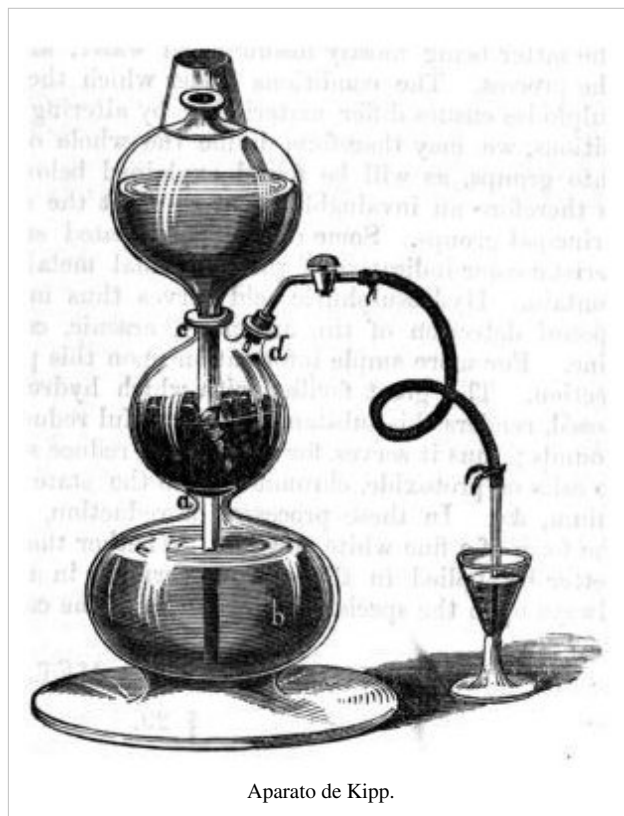
## Aparato de Kipp

El **aparato de Kipp**, también denominado **generador de Kipp**, es un instrumento usado para la preparación de pequeños volúmenes de gases. Su nombre viene de su inventor, Petrus Jacobus Kipp.

Sus usos más comunes son la preparación de ácido sulfhídrico mediante la reacción de ácido sulfúrico con sulfuro ferroso, preparación de dióxido de carbono mediante la reacción de ácido clorhídrico con carbonato de calcio, y de hidrógeno mediante la reacción de ácido clorhídrico con un metal apropiado.

El aparato consiste en tres cilindros apilados. El material sólido (por ejemplo, sulfuro ferroso) se coloca en el cilindro del medio y el ácido en el superior. Un tubo se extiende del cilindro superior al inferior. El cilindro central tiene un tubo con una válvula utilizada para la extracción del gas obtenido. Cuando ésta está cerrada, la presión del gas en el cilindro central aumenta, empujando el ácido de vuelta al cilindro superior hasta que deja de estar en contacto con el material sólido, y la reacción cesa.

Los aparatos de Kipp suelen estar hechos de vidrio o polietileno.



Aparato de Kipp.

# Embudo de filtración

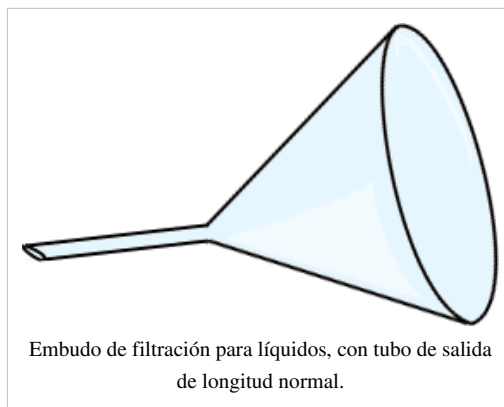
Un **embudo de filtración** es un instrumento utilizado para trasvasar líquidos de un recipiente a otro, evitando que se derrame líquido; también se emplea mucho para separar sólidos de líquidos a través del proceso de laboratorio llamado filtración.<sup>[1]</sup>

## Modo de uso

Para realizar una filtración, se corta una pieza de papel de filtro en forma de disco, se dobla en forma de cono y se coloca en el embudo. La suspensión de sólidos y líquidos se vierte encima del papel que está sobre el embudo. Las partículas sólidas son demasiado grandes para pasar por el filtro de papel y se quedan en el papel, mientras que las moléculas mucho más pequeñas de líquido pasan a través del papel hasta un recipiente colocado debajo del embudo, produciendo un filtrado. El papel de filtro se utiliza una sola vez.

Si sólo el líquido es de interés, el papel se descarta; si la parte sólida en suspensión es de interés, tanto en el residuo sólido en el papel y el filtrado líquido se mantienen para su posterior análisis.

Si el filtro de papel tiene poros pequeños, las moléculas de líquidos no polares con forma de largas cadenas, como el petróleo, pueden obstruir el filtro de papel.



Embudo de filtración para líquidos, con tubo de salida de longitud normal.



Embudos de filtración para líquidos, de diferentes tamaños, fabricados en cristal.

## Tipos

Los embudos de filtración varían de tamaño según el volumen de la suspensión que debe ser filtrada. Por lo general están contruidos de plástico, para un uso general, excepto cuando el filtrado de ciertos disolventes requiere el uso de cristal, que es el caso más general cuando se usa en un laboratorio. La forma cónica es la más frecuente, llamada también forma alemana. Los diámetros más frecuentes oscilan entre 4 y 15 cm. En algunos casos, el vástago finaliza en una junta de vidrio esmerilado.<sup>[2]</sup>

Hay numerosas variantes del modelo ordinario, variando la longitud del vástago (tubo de seguridad) o la forma del cuerpo del embudo (embudo Büchner, embudo de decantación, etc.).

Otros modelos ordinarios, contruidos en polietileno o acero galvanizado y con un filtro de malla de latón o plástico, normalmente para el uso en el automóvil y el taller, se emplean para filtrar los desechos de combustible, aceite lubricante y refrigerante.

## Cuestiones jurídicas

Al igual que otros muchos objetos comunes de vidrio, los embudos de filtración podrían ser utilizados en la producción de narcóticos ilegales (cocaína, heroína...). En un esfuerzo por limitar la producción de tales sustancias, algunos estados de EE.UU. (incluyendo Texas) han comenzado a exigir permisos para comprar artículos de vidrio, incluido embudos de filtración, así como los productos químicos identificados como reactivos comunes.<sup>[3]</sup>

## Referencias

- [1] Tarea nº 8: Precauciones en el laboratorio. (<http://uriel-93.over-blog.com/article-28927308.html>) Uriel-93 (blog)
- [2] Embudos cortos. (<http://www.pobel.es/category/embudos-y-filtracion/embudos-cortos/>) POBEL, material general de laboratorio.
- [3] Memorando de Entendimiento entre el Departamento de Seguridad Pública de Texas y el Texas Higher Education Coordinating Board (<http://www.thechb.state.tx.us/reports/PDF/1210.PDF>) (PDF)

## Matraz de Erlenmeyer

---

El **matraz o frasco de Erlenmeyer** es un frasco transparente de forma cónica con una abertura en el extremo estrecho, generalmente prolongado con un cuello cilíndrico, que suele incluir algunas marcas.

Por su forma es útil para realizar mezclas por agitación y para la evaporación controlada de líquidos; además, su abertura estrecha permite la utilización de tapones. El matraz de Erlenmeyer no se suele utilizar para la medición de líquidos, ya que sus medidas son imprecisas. Fue creado por el químico Emil Erlenmeyer en 1861.



Matraz de Erlenmeyer.


# Kitasato

Un **kitasato** es un matraz comprendido dentro del material de vidrio de un laboratorio de química. Podría definírsele como un matraz de Erlenmeyer con un tubo de desprendimiento o tubuladura lateral. También sirve para realizar experimentos con agua, como destilación, recolección de gases hidroneumática (desplazamiento de volúmenes), filtraciones al vacío, etc.

## Técnicas en las que se lo emplea

Su uso más difundido es en la filtración a vacío, como se muestra en la imagen principal.

## Enlaces externos

-  [Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre \*\*Kitasato\*\*. Commons](#)

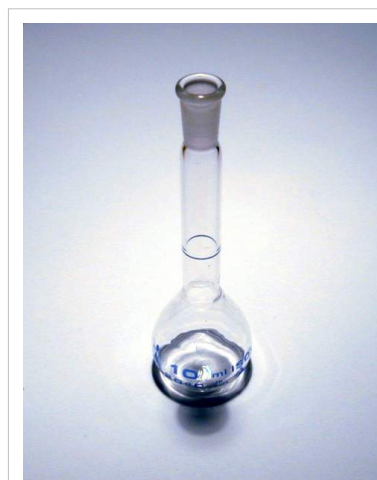


Un embudo Büchner conectado a un kitasato y a una bomba de vacío.

# Matraz aforado

Un matraz aforado se emplea para medir con exactitud un volumen determinado de líquido. La marca de graduación rodea todo el cuello de vidrio, por lo cual es fácil determinar con precisión cuándo el líquido llega hasta la marca. La forma correcta de medir volúmenes es llevar el líquido hasta que la parte inferior del menisco sea tangente a la marca. El hecho de que el cuello del matraz sea estrecho es para aumentar la exactitud, de esta forma un cambio pequeño en el volumen se traduce en un aumento considerable de la altura del líquido.

Los matraces se presentan en volúmenes que van de 1 ml hasta 2 l. Su principal utilidad es preparar disoluciones de concentración conocida y exacta.



Matraz aforado de pyrex de 10 ml de capacidad.

# Placa de Petri

---

La **placa de Petri**, **caja de Petri** o **cápsula de Petri**, es un recipiente redondo, de cristal o plástico, con una cubierta de la misma forma que la placa, pero algo más grande de diámetro, para que se pueda colocar encima y cerrar el recipiente, aunque no de forma hermética. Es parte de la colección conocida como «material de vidrio».

## Historia

Fue construida en el año de 1877 por el bacteriólogo alemán Julius Richard Petri cuando trabajaba como ayudante de Robert Koch, el premio Nobel descubridor del bacilo de la tuberculosis.




Placa de Petri sin tapa. En este caso el material es vidrio.

## Técnicas que lo utilizan

Se utiliza en los laboratorios principalmente para el cultivo de bacterias, mohos y otros microorganismos, solándose cubrir el fondo con distintos medios de cultivo (por ejemplo agar) según el microorganismo que se quiera cultivar.

Si se quieren observar colonias, durante el tiempo de incubación del microorganismo sembrado en la placa esta se mantiene boca abajo, es decir, apoyada sobre la tapa. De este modo, el agar queda en la parte superior y al condensarse el vapor de agua que generan los microorganismos por su metabolismo, cae sobre la tapa, evitando que los microorganismos se diluyan, manteniéndose fijos al sustrato.

## Enlaces externos

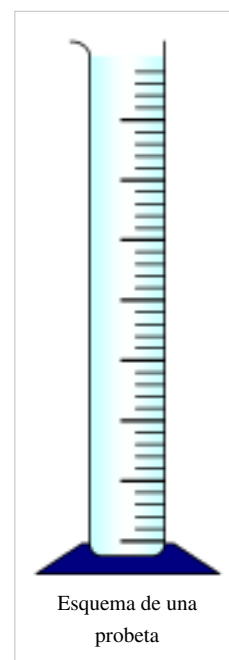
-  [Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre \*\*Placa de Petri\*\* en Commons.](#)

## Probeta (química)

La **probeta** o cilindro graduable es un instrumento volumétrico, que permite medir volúmenes considerables con un ligero grado de inexactitud. Sirve para contener líquidos.

Está formado por un tubo generalmente transparente de unos centímetros de diámetro y tiene una graduación (una serie de marcas grabadas) desde 0 ml (hasta el máximo de la probeta) indicando distintos volúmenes. En la parte inferior está cerrado y posee una base que sirve de apoyo, mientras que la superior está abierta (permite introducir el líquido a medir) y suele tener un pico (permite verter el líquido medido). Generalmente miden volúmenes de 25 ó 50 ml, pero existen probetas de distintos tamaños; incluso algunas que pueden medir un volumen hasta de 2000 ml.

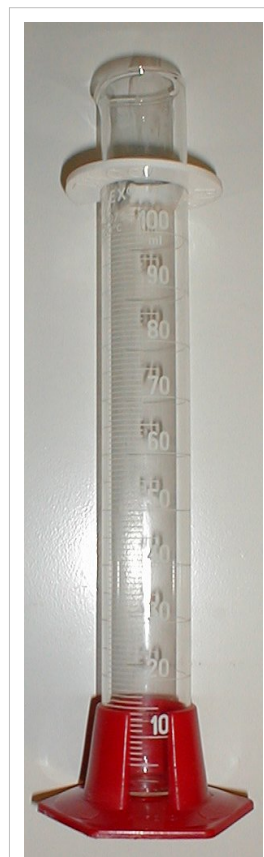
Puede estar constituido de vidrio (lo más común), o de plástico. En este último caso puede ser menos preciso; pero posee ciertas ventajas, por ejemplo, es más difícil romperla, y no es atacada por el ácido fluorhídrico (ácido que no se puede poner en contacto con el vidrio ya que se corroe, en cuyo caso la probeta sí lo soporta). Esta adicionalmente se utiliza para las mediciones del agua y otros líquidos.



Esquema de una probeta

### Enlaces externos

- [Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre \*\*Probeta \(química\)\*\*Commons.](#)



La base circular de plástico sirve para evitar que la probeta se caiga accidentalmente.

# Retorta

---

En un laboratorio de química, una **retorta** es un recipiente, generalmente de vidrio, que se usa en la destilación de sustancias. Consiste en una vasija esférica con un "cuello" largo inclinado hacia abajo. El líquido a destilar se pone en el vaso y se calienta. El cuello actúa como un condensador, permitiendo a los vapores condensarse y fluir a través del cuello y para recogerlos en un vaso puesto al final del mismo.

En aplicaciones industriales, una retorta es un vaso hermético en el cual las sustancias se calientan mediante una reacción química produciendo productos gaseosos que serán recogidos en un vaso. La retorta suele formar parte de un alambique.



Una retorta.

## Historia

Los alquimistas usaron muy frecuentemente retortas, de las que se servían para obtener las esencias de las sustancias; aparecen imágenes de retortas en muchos dibujos y bosquejos de sus laboratorios. Antes del invento de los condensadores modernos, las retortas fueron usadas por muchos químicos prominentes, como Antoine Lavoisier y Jöns Jacob Berzelius.

## Uso en la química analítica

Debido a los avances de la tecnología, especialmente tras la invención del condensador de Liebig, en los laboratorios, las retortas se consideran anticuadas. Sin embargo, en algunas técnicas de laboratorio, incluyendo la destilación simple, que no requieren aparatos complicados se sigue usando la retorta como un sustituto de equipos de destilación más complejos.

## Uso en la producción de bebidas alcohólicas

En la producción artesanal o casera de licores, la retorta sigue siendo una parte indispensable del alambique. En este caso, generalmente suele ser de cobre, aunque los hay actualmente de acero inoxidable.



# Viscosímetro

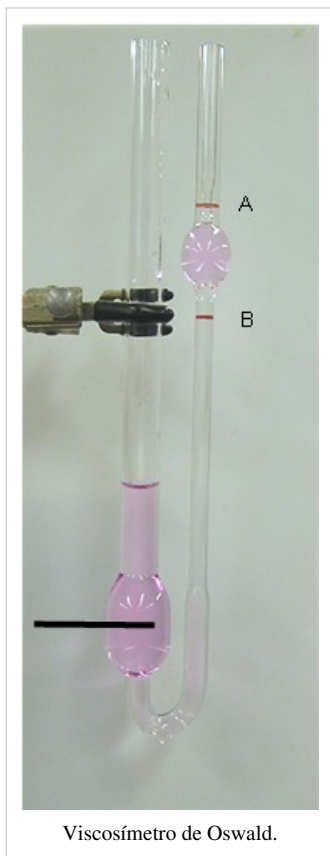
Un **viscosímetro** (denominado también *viscosímetro*) es un instrumento empleado para medir la viscosidad y algunos otros parámetros de flujo de un fluido. Fue Isaac Newton el primero en sugerir una fórmula para medir la viscosidad de los fluidos, postuló que dicha fuerza correspondía al producto del área superficial del líquido por el gradiente de velocidad, además de producto de una coeficiente de viscosidad. En 1884 Poiseuille mejoró la técnica estudiando el movimiento de líquidos en tuberías.

== Las pipetas de cristal pueden llegar a tener una reproducibilidad de un 0,1% bajo condiciones ideales, lo que significa que puede sumergirse en un baño no diseñado inicialmente para la medida de la viscosidad, con altos contenidos de sólidos, o muy viscosos. No obstante, es imposible emplearlos con precisión en la determinación de la viscosidad de los fluidos no-newtonianos, lo cual es un problema ya que la mayoría de los líquidos interesantes tienden a comportarse como fluidos no-newtonianos. Hay métodos estándares internacionales para realizar medidas con un instrumento capilar, tales como el ASTM D445.



Viscosimetro.

## Viscosímetros de Rotación



Los viscosímetros de rotación emplean la idea de que la fuerza requerida para rotar un objeto inmerso en un fluido puede indicar la viscosidad del fluido. Algunos de ellos son:

- El más común de los viscosímetros de rotación son los del tipo Brookfield que determinan la fuerza requerida para rotar un disco o lentejuela en un fluido a una velocidad conocida.
- El viscosímetro de 'Cup and bob' que funcionan determinando el torque requerido para lograr una cierta rotación. Hay dos geometrías clásicas en este tipo de viscosímetro de rotación, conocidos como sistemas: "Couette" o "Searle".
- 'Cono y plato' los viscosímetros emplean un cono que se introduce en el fluido a una muy poca profundidad en contacto con el plato.
- El *viscosímetro Stormer*. Es un dispositivo rotatorio empleado para determinar la viscosidad de las pinturas, es muy usado en las industrias de elaboración de pintura. Consiste en una especie de rotor con paletas tipo paddle que se sumerge en un líquido y se pone a girar a 200 revoluciones por minuto, se mide la carga del motor para hacer esta operación la viscosidad se encuentra en unas tablas ASTM D 562, que determinan la viscosidad en unidades Krebs. El método se aplica a pinturas tanto de cepillo como de rollo.

## Viscosímetros que vibran dentro del agujero

Los Viscosímetros que vibran son sistemas rugosos usados para medir viscosidad en las condiciones de proceso. La pieza activa del sensor es una barra que vibra. La amplitud de la vibración varía según la viscosidad del líquido en el cual se sumerge la barra. Estos centímetros de la viscosidad son convenientes para medir estorbando los líquidos fluidos y de gran viscosidad (hasta 1.000.000 cP). Actualmente, muchas industrias alrededor del mundo consideran estos viscosímetros como el sistema más eficiente para medir la viscosidad, puesta en contraste con los viscosímetros rotatorios, que requieren más mantenimiento, inhabilidad de medir el estorbar del líquido, y calibración frecuente después de uso intensivo. Vibrar viscosímetros no tiene ninguna pieza móvil, ningunas piezas débiles y las piezas sensibles son muy pequeñas.

## Enlaces externos

- Viscosímetros Rotacionales <sup>[1]</sup> - de Fungilab

## Referencias

[1] <http://www.fungilab.com/Viscosimetros.html>

# Serpentín

Se denomina **serpentín** o **serpentina** a un tubo de forma frecuentemente espiral, utilizado comúnmente para enfriar vapores provenientes de la destilación en un calderín y así condensarlos en forma líquida. Suele ser de vidrio, cobre u otro material que conduzca el calor fácilmente.

Los serpentines se usan desde la antigüedad en la destilación de bebidas alcohólicas, aunque en la actualidad cualquier proceso de refinado de crudos u obtención de un producto químico puede utilizar un serpentín, bien para enfriar, bien para calentar líquidos o gases.

Los calentadores de agua para el hogar que funcionan con gas butano llevan un serpentín, que es expuesto a las llamas y dentro del cual circula el agua a calentar. También se utiliza un aparato muy parecido para esterilizar la leche, el cual la somete a un cambio brusco de temperatura haciéndola pasar de un serpentín caliente a otro refrigerado en un lapso breve.

El serpentín también forma parte de los equipos de aire acondicionado y/o refrigeración. El serpentín es un equipo intercambiador de calor que al estar en contacto con el aire de retorno el cual regresa caliente, enfría el aire gracias al refrigerante a baja temperatura que circula por su interior, y lo envía de nuevo mediante los ductos transportadores a las instalaciones y mediante este proceso la temperatura del aire presente en las instalaciones se mantiene bajo condiciones de confort.



Serpentín de cobre utilizado para enfriamiento de agua en procesos industriales.

# Extractor Soxhlet

El **extractor Soxhlet** o simplemente **Soxhlet** (en honor a su inventor Franz von Soxhlet) es un tipo de material de vidrio utilizado para la extracción de compuestos, generalmente de naturaleza lipídica,<sup>[1]</sup> contenidos en un sólido, a través de un disolvente afín<sup>[2]</sup>

## Descripción

El condensador está provisto de una chaqueta de 100 mm de longitud, con espigas para la entrada y salida del agua de enfriamiento. El extractor tiene una capacidad, hasta la parte superior del sifón, de 10 mL; el diámetro interior del extractor es de 20 mm y su longitud de 90 mm. El matraz es de 500 mL de capacidad<sup>[3][4]</sup>

Está conformado por un cilindro de vidrio vertical de aproximadamente un pie de alto y una pulgada y media de diámetro. La columna está dividida en una cámara superior y otra inferior. La superior o cámara de muestra sostiene un sólido o polvo del cual se extraerán compuestos. La cámara de disolvente, exactamente abajo, contiene una reserva de disolvente orgánico, éter o alcohol.<sup>[5]</sup>

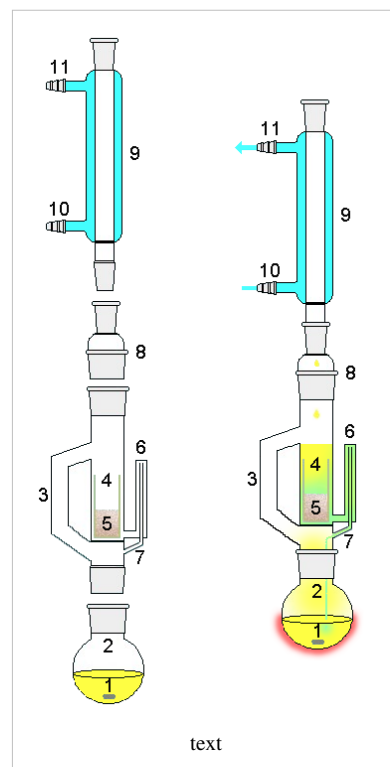
Dos tubos vacíos, o brazos, corren a lo largo a un lado de la columna para conectar las dos cámaras. El brazo de vapor corre en línea recta desde la parte superior de la cámara del disolvente a la parte superior de la cámara del sólido. El otro brazo, para el retorno de disolvente, describe dos U sobrepuestas, que llevan desde la cámara de la muestra el disolvente hasta la cámara de disolvente.<sup>[6]</sup> El soxhlet funciona cíclicamente, para extraer las concentraciones necesarias de algún determinado compuesto.<sup>[7]</sup>

Éste funciona de la siguiente forma: Cuando se evapora, el disolvente sube hasta el área donde es condensado; aquí, al caer y regresar a la cámara de disolvente, va separando los compuestos hasta que se llega a una concentración deseada.<sup>[8]</sup> Esto puede ocasionar problemas con algunos compuestos, que con los ciclos llevan a la ruptura del balón, como lo es en la extracción del ámbar.<sup>[9]</sup>

Referencias:

1. buzo / agitador / granallas o esferas<sup>[10]</sup>
2. balón<sup>[11]</sup>
3. brazo para ascenso del vapor<sup>[12]</sup>
4. cartucho de extracción o cartucho Soxhlet
5. muestra (residuo)
6. entrada del sifón<sup>[13]</sup>
7. descarga del sifón<sup>[14]</sup>
8. adaptador
9. refrigerante (condensador)<sup>[15]</sup>
10. entrada de agua de refrigeración<sup>[16]</sup>
11. salida de agua de refrigeración<sup>[17]</sup>





text

## En Inglés

- Dean Stark [18]

## Referencias

- [1] <http://es.scribd.com/doc/44429355/Determinacion-de-pesticidas>
- [2] [http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/fluoreciencia/capitulos\\_fluoreciencia/qexp\\_cap4.pdf](http://gemini.udistrital.edu.co/comunidad/grupos/fluoreciencia/capitulos_fluoreciencia/qexp_cap4.pdf)
- [3] <http://www.auxilab.es/documentos/info/ingles/15010xxx.pdf>
- [4] <http://es.scribd.com/doc/44429355/Determinacion-de-pesticidas>
- [5] <http://es.scribd.com/doc/44429355/Determinacion-de-pesticidas>
- [6] <http://www.cenunez.com.ar/archivos/39-ExtraccinconequipoSoxhlet.pdf>
- [7] <http://es.scribd.com/doc/44429355/Determinacion-de-pesticidas>
- [8] <http://www.cenunez.com.ar/archivos/39-ExtraccinconequipoSoxhlet.pdf>
- [9] <http://es.scribd.com/doc/44429355/Determinacion-de-pesticidas>
- [10] <http://books.google.co.cr/books?id=Q1nbZ47NXfK&1pg=PA20&ots=FrLhTMCeUU&dq=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&pg=PA21#v=onepage&q=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&f=false>
- [11] <http://www.cenunez.com.ar/archivos/39-ExtraccinconequipoSoxhlet.pdf>
- [12] <http://www.cenunez.com.ar/archivos/39-ExtraccinconequipoSoxhlet.pdf>
- [13] <http://books.google.co.cr/books?id=Q1nbZ47NXfK&1pg=PA20&ots=FrLhTMCeUU&dq=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&pg=PA21#v=onepage&q=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&f=false>
- [14] <http://books.google.co.cr/books?id=Q1nbZ47NXfK&1pg=PA20&ots=FrLhTMCeUU&dq=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&pg=PA21#v=onepage&q=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&f=false>
- [15] <http://books.google.co.cr/books?id=Q1nbZ47NXfK&1pg=PA20&ots=FrLhTMCeUU&dq=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&pg=PA21#v=onepage&q=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&f=false>
- [16] <http://books.google.co.cr/books?id=Q1nbZ47NXfK&1pg=PA20&ots=FrLhTMCeUU&dq=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&pg=PA21#v=onepage&q=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&f=false>
- [17] <http://books.google.co.cr/books?id=Q1nbZ47NXfK&1pg=PA20&ots=FrLhTMCeUU&dq=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&pg=PA21#v=onepage&q=extracci%C3%B3n%20Soxhlet&f=false>
- [18] [http://en.wikipedia.org/wiki/Dean-Stark\\_apparatus](http://en.wikipedia.org/wiki/Dean-Stark_apparatus)

# Tubo de ensayo

Un **tubo de ensayo** es un tubo cilíndrico pequeño utilizado en la contención de muestras líquidas.

## Metodología de uso para calentar muestras


Para calentar durante intervalos cortos a llama directa puede sostenerse el tubo con la mano mediante su parte superior. Si se desea exponerlo más intensamente al calor es necesaria la utilización de pinzas. En ambos casos debe tenerse la precaución de no apuntar con la boca del tubo hacia alguna persona (para evitar proyecciones de la muestra). Los tubos de ensayo no han de llenarse más allá del primer tercio.

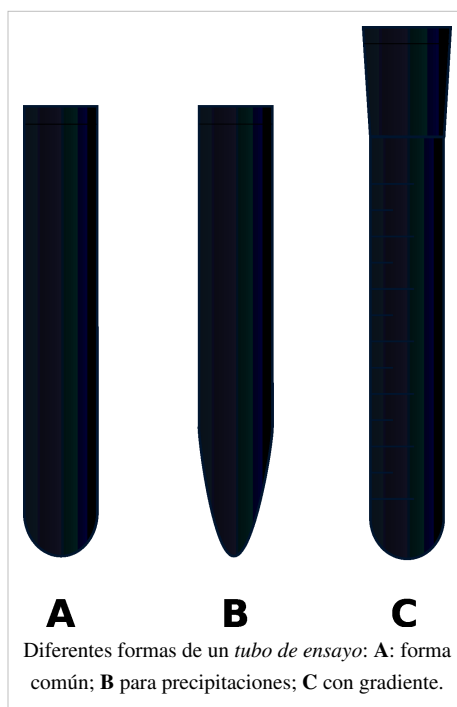
## Simbolismo cultural

Los tubos de prueba fueron usados en los procedimientos biológicos y químicos que, junto con los matraces de Erlenmeyer y los cubiletes, se miran generalmente como símbolos de ciencia y de la experimentación científica en su totalidad.

El grupo de Les Luthiers inventó un instrumento musical semejante a una "zamipoñona" empleando tubos de ensayo.

## Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Tubo de ensayo**. Commons



# Tubo refrigerante (química)

Un **tubo refrigerante** o **condensador** es un aparato de laboratorio, construido en vidrio, que se usa para condensar los vapores que se desprenden del matraz de destilación, por medio de un líquido refrigerante que circula por éste, usualmente agua.<sup>[1]</sup>

## Estructura

Consta de dos tubos cilíndricos concéntricos. Por el tubo interior circulan los vapores que serán condensados. Por el tubo exterior circula el líquido de refrigeración.

Los extremos del tubo de cristal interior están generalmente provistos de juntas de vidrio esmerilado, para que puedan ajustarse fácilmente con otros artículos de vidrio. El extremo superior se puede dejar abierto a la atmósfera, o ventilados a través de un burbujeador, o un tubo de secado para evitar la entrada de agua u oxígeno.

El tubo de vidrio exterior por lo general tiene dos conexiones donde se ajustan mangueras de neopreno o caucho, de entrada y salida del líquido refrigerante (generalmente agua del grifo o agua enfriada con una mezcla anticongelante) que pasa a través de él. Para una máxima

eficiencia, y para mantener un gradiente térmico suave y dirigido correctamente que minimice el riesgo de choque térmico del tubo de vidrio interior, el líquido refrigerante por lo general (aunque no necesariamente; ver "condensador Allihn" más abajo) entra a través de la conexión inferior, y sale por la conexión superior. El mantenimiento de un gradiente térmico correcto (es decir, la entrada del refrigerante por el punto más frío) es el factor crítico. Varios condensadores múltiples pueden ser conectados en serie.

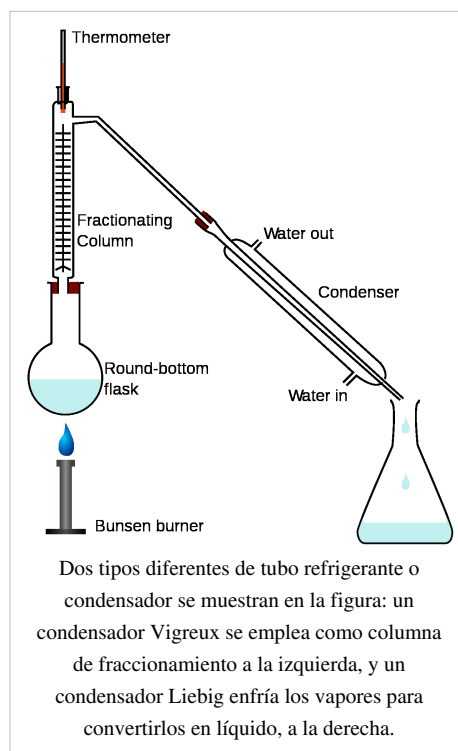
El líquido refrigerante tiene que estar constantemente circulando para así poder tener una temperatura en la cual se pueda condensar en líquido, el vapor. Normalmente, no es necesario un caudal de refrigerante elevado para mantener un correcto enfriamiento.

La ecuación que permite calcular el calor intercambiado entre el agua el vapor a condensar se da por el principio de las mezclas:  $Q_{cedido} = -Q_{ganado}$

y cada uno de estos términos sigue la definición

$$Q = m \cdot c_e \cdot (t_f - t_i)$$

donde Q= calor intercambiado; m = masa;  $c_e$  = calor específico;  $t_f$  = temperatura final;  $t_i$  = temperatura inicial.



## Aplicaciones

Los condensadores son de uso frecuente en el reflujo, donde los vapores calientes de un disolvente líquido, que está siendo calentado en el matraz, se enfrían en el condensador y se dejan que gotee. Esto reduce la pérdida de disolvente y permite que la mezcla se caliente durante períodos prolongados.

Los condensadores se utilizan en la destilación para enfriar los vapores calientes, licuándolos en el líquido de condensación para su recogida selectiva. Por destilación fraccionada, un condensador de aire o Vigreux se utiliza generalmente para disminuir la velocidad a la que suben los vapores calientes, dando una mejor separación entre los diferentes componentes en el destilado.

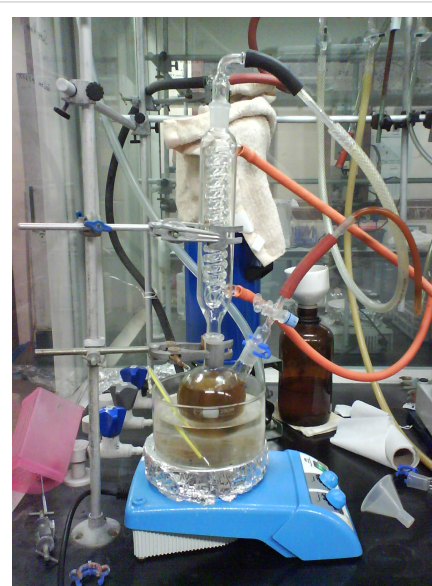
Para la destilación a microescala, hay aparatos disponibles comercialmente que incluyen la vasija de calefacción y el condensador fundidos en una sola pieza. Esto reduce el volumen de retención, evitando la necesidad de juntas de vidrio esmerilado y la prevención de la contaminación por fugas de grasa y aire.

## Condensadores refrigerados por aire

### Condensador de aire

El '*condensador de aire*' es la clase más simple de condensador. Sólo hay un tubo, y el calor del líquido se difunde a través del cristal, siendo enfriado por el aire exterior. Está relacionado con los modelos utilizados por los alquimistas. El condensador de aire se utiliza generalmente para destilación fraccionada y condensación de alta temperatura, y puede ser relleno con algunos materiales, tales como cuentas de vidrio, piezas de metal, o anillos de Raschig para aumentar el número efectivo de placas.

En un condensador Liebig estándar a menudo se puede sustituir el líquido refrigerante por circulación de aire forzado.



Un condensador Graham en la primera configuración se usa para prevenir que el tolueno entre en ebullición mientras está en proceso de reflujo.



## Condensador Pyrex

Un **condensador Vigreux** es una modificación del condensador de aire. Por lo general se utiliza como una columna de fraccionamiento para destilación fraccionada. A diferencia de las columnas de pared recta, una columna Vigreux tiene interiormente una serie de muescas hacia abajo y que sirven para aumentar de modo importante la superficie de condensación sin aumentar la longitud del condensador. Debido a esa complejidad añadida, las columnas Vigreux también tienden a ser considerablemente más caras que los tradicionales diseños de paredes rectas. Reciben su nombre por el químico Henri Vigreux.

## Condensadores refrigerados por agua

### Condensador Liebig

El condensador de Liebig es el diseño más sencillo de condensador refrigerado por agua. El interior del tubo es recto, por lo que es más barato de fabricar. Aunque reciben el nombre de un químico alemán, el barón Justus von Liebig, no se le puede atribuir el mérito de haberlo inventado, porque ya se conocía desde algún tiempo antes. Sin embargo, parece que fue quien popularizó el dispositivo.

Los inventores de hecho, todos ellos de manera independiente, fueron el químico alemán Christian Ehrenfried Weigel en 1771, el científico francés, Pierre-Isaac Poissonnier en 1779, y el químico finlandés Johan Gadolin en 1791.

El propio Liebig atribuyó erróneamente el diseño a un farmacéutico alemán Johann Friedrich August Götting que había realizado mejoras en 1794 a partir del diseño de Weigel.<sup>[2]</sup>

El condensador Liebig es mucho más eficiente que una simple retorta debido a que emplea refrigeración líquida. El agua puede absorber mucho más calor que el mismo volumen de aire, y su circulación constante a través de la camisa de agua exterior mantiene constante la temperatura del condensador. Por lo tanto, en un condensador Liebig se puede condensar un caudal de vapor de entrada mucho mayor que en un condensador por aire o en una retorta.

### Condensador Graham

Un **condensador Graham** o condensador espiral tiene una bobina espiral que recorre toda la longitud del condensador. Existen dos configuraciones posibles para un condensador Graham. En la primera, poco usada, la espiral conduce el refrigerante, y la condensación se lleva a cabo en el exterior de la espiral. Esta configuración maximiza la capacidad de flujo, ya que los vapores pueden fluir por encima y alrededor de la espiral.

En la segunda configuración, el tubo exterior contiene el refrigerante, y la condensación tiene lugar dentro de la espiral. Esta configuración maximiza la recogida de condensados, ya que todos los vapores fluyen a través de toda la longitud de la espiral, por lo tanto tienen un contacto prolongado con el líquido refrigerante.



Columna Vigreux de vidrio de borosilicato con juntas de vidrio esmerilado 24/40. Los tamaños típicos son de 200 mm y 300 mm, que se refieren a la longitud de la separación efectiva o longitud de la hendidura.

## Condensador Dimroth

Un **condensador Dimroth**, llamado así por Otto Dimroth, es algo parecido al condensador Graham. Tiene una doble espiral interna para el medio de enfriamiento para que tanto la entrada de refrigerante como la salida estén en la parte superior. Los vapores discurren a través del tubo externo desde abajo hacia arriba. Los condensadores Dimroth son más eficaces que los condensadores de bobina convencional. A menudo se encuentran en evaporadores rotatorios.

## Condensador Allihn

El **condensador Allihn** o **condensador de bulbos** o simplemente **condensador de reflujo** recibe este nombre por Félix Richard Allihn .

El condensador Allihn consiste en un largo tubo de cristal con un camisa de agua que circula por el tubo exterior. Posee una serie de constricciones y abultamientos en el tubo interior que aumentan la superficie sobre la cual los componentes de vapor se pueden condensar. Es ideal para reflujo a escala de laboratorio.

Una vez más, se puede sustituir fácilmente por el modelo recto, teniendo cuidado de introducir el líquido refrigerante en el punto más frío para mantener un gradiente térmico correcto, es decir, por la entrada inferior en este caso.

## Condensador Friedrichs

Un **condensador Friedrichs** (a veces llamado **condensador Friedrich**), también conocido como **condensador en espiral** o **serpentín**, consiste en una gran espiral interna tipo dedo frío dispuesta dentro de una cápsula cilíndrica de mayor diámetro. El refrigerante fluye a través del tubo interno, en consecuencia, el aumento de los vapores circulantes se pueden condensar sobre el tubo interno, ya que se enfrían. En comparación con un Graham de dimensión similar, que también incluye un tubo espiral interno, el condensador Friedrich a menudo proporciona una condensación más eficiente porque el condensador Friedrich proporciona una mayor superficie efectiva para la refrigeración. Es decir, los vapores se enfrían no sólo por el refrigerante que fluye a través del tubo interno, sino también a través de la pared cilíndrica externa.<sup>[3]</sup>

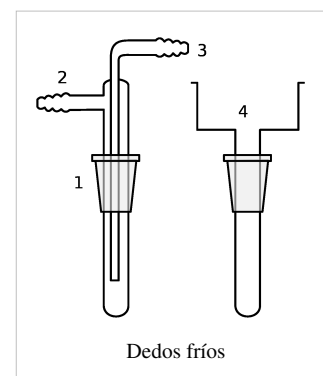
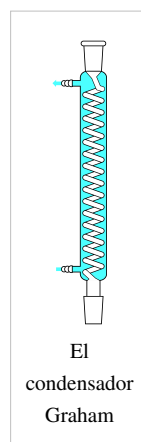
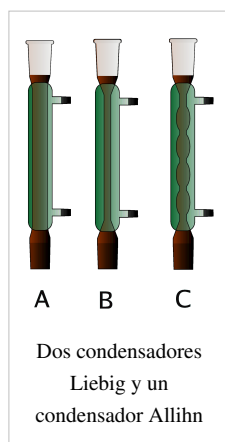
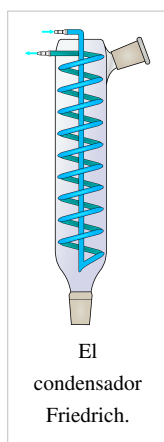
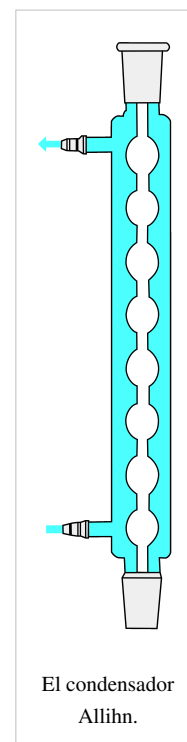
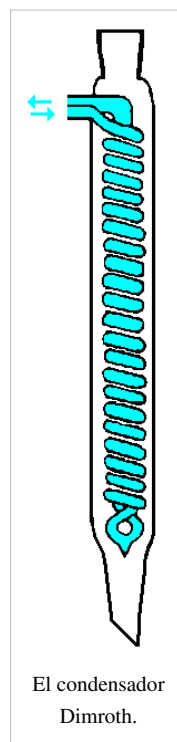
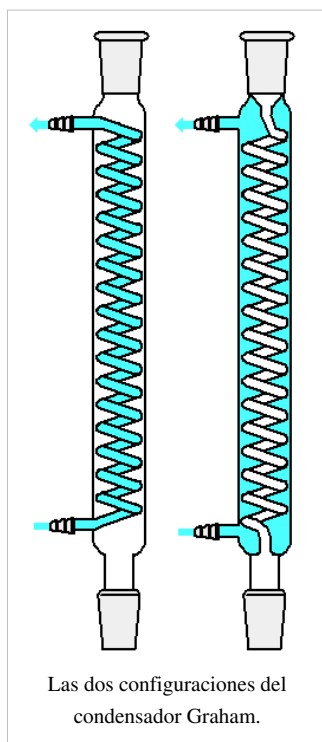
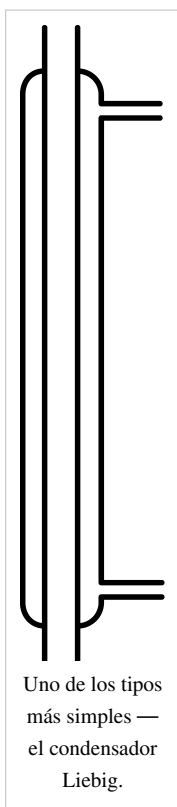
El serpentín o condensador en espiral se conoce como condensador Friedrichs porque fue inventado por Fritz Walter Paul Friedrichs, que publicó un diseño para este tipo de condensador en 1912.<sup>[4]</sup>

## Otros refrigerantes

Aparte del agua, los condensadores pueden ser enfriados por otros fluidos refrigerantes, tales como etanol refrigerado que puede ser enfriado termostáticamente en una unidad de la bomba de reciclaje. El uso de líquidos distintos del agua permite que el condensador se enfríe por debajo de 0 °C. Esto es necesario si el líquido que se condensa hierve a una temperatura inferior a 0 °C (por ejemplo, el dimetiléter, que hierve a -23,6 °C).

También se pueden usar como refrigerante sólidos (hielo seco) o mezclas (acetona/hielo seco) que pueden ser utilizados en condensadores tipo dedo frío. Al igual que con otros refrigerantes alternativos, estos no permiten enfriar por debajo de 0 °C.

## Galería



## Referencias

- [1] Tubo refrigerante o condensador recto. ([http://www.mocho.pt/local/local/imagens/quimica/laboratorio/condensador\\_tubo\\_recto.jpg](http://www.mocho.pt/local/local/imagens/quimica/laboratorio/condensador_tubo_recto.jpg)) (Imagen). Mocho. Portal de ensino das ciencias e da cultura científica. Centro de Física Computacional da Universidade de Coimbra
- [2] Jensen, William B. (2006). « The Origin of the Liebig Condenser (<http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/Issues/2006/Jan/abs23.html>)» (abstract). *J. Chem. Educ.* **2006** (83): pp. 23. doi: 10.1021/ed083p23 (<http://dx.doi.org/10.1021/ed083p23>). .
- [3] Organomation Associates. "Material de vidrio para extracción Líquido/Líquido para ROT-X-TRACT-L." Catálogo Online (Organomation Associates); último acceso en [www.organomation.thomasregister.com](http://www.organomation.thomasregister.com) el 10 Abril 2007. ([http://www.organomation.thomasregister.com/olc/48467005/glass\\_7.htm](http://www.organomation.thomasregister.com/olc/48467005/glass_7.htm))
- [4] Fritz Friedrichs (1912). «Some New Forms of Laboratory Apparatus». *J. Am. Chem. Soc.* **34** (11): pp. 1509–1514. doi: 10.1021/ja02212a012 (<http://dx.doi.org/10.1021/ja02212a012>).

# Varilla de vidrio (química)

---

Una **varilla de vidrio**, **agitador de vidrio** o **varilla agitadora** es un instrumento, usado en los laboratorios de química, consistente en un fino cilindro macizo de vidrio que sirve para agitar disoluciones, con la finalidad de mezclar productos químicos y líquidos en el laboratorio.<sup>[1]</sup>

## Dimensiones y uso

Suelen ser piezas de unos 5-6 mm de diámetro, y de 200 a 500 mm de longitud utilizadas dentro del equipo de laboratorio<sup>[2]</sup> con la función de remover los solutos añadidos al disolvente en un matraz o vaso de precipitados y favorecer su disolución.

Por lo general son de cristal o vidrio macizo, siendo su forma similar y su grosor un poco mayor que una pajita de refrescos.

Se usan para los líquidos y sólidos de baja densidad. También sirven para introducir sustancias líquidas de gran reactividad por medio de escurrimiento, para evitar accidentes.

## Alternativas

Existen una gran diversidad de agitadores eléctricos empleados de modo rutinario en los laboratorios de biología y de química.

## Referencias

[1] Agitador de vidrio. Materiales de uso específico. ([http://quimicaunitec.com/Laboratorio\\_UDUE.html](http://quimicaunitec.com/Laboratorio_UDUE.html)) Química Unitec.

[2] <http://www.ictsl.net/productos/01d63694a80f79304/01d63694e80e4c301.html> Varilla agitadora. Instrumentación Científica Técnica, ICT S.A.

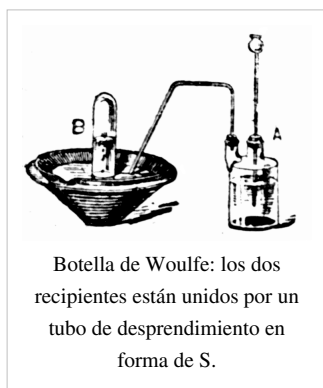
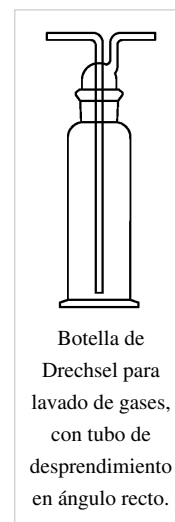
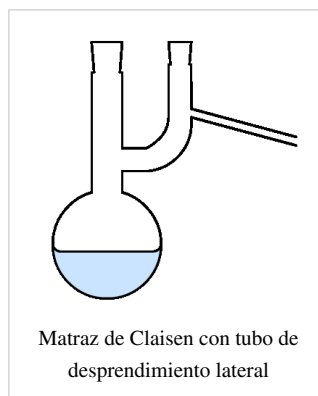
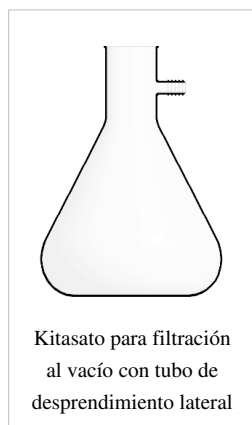
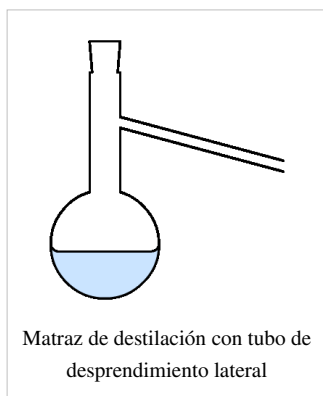


# Tubo de desprendimiento (química)

Un **tubo de desprendimiento de gases** es un tubo en forma de ángulo<sup>[1]</sup> que actúa como salida lateral de algunos recipientes de vidrio de los usados en el laboratorio, y sirven para evacuar los gases producidos en una reacción química para poder aislarlos por atrapamiento haciéndolos borbotear en una disolución adecuada.

## Formas

- A veces el tubo de desprendimiento está adosado al cuello de un matraz de destilación, un Kitasato o un matraz de Claisen.
- Si el gas que se desprende va a sufrir una combustión, el tubo puede ser recto o formar un ángulo mayor de 90°.
- Si el gas desprendido se hace burbujear a través de una disolución, el tubo tiene forma de S.<sup>[2]</sup>

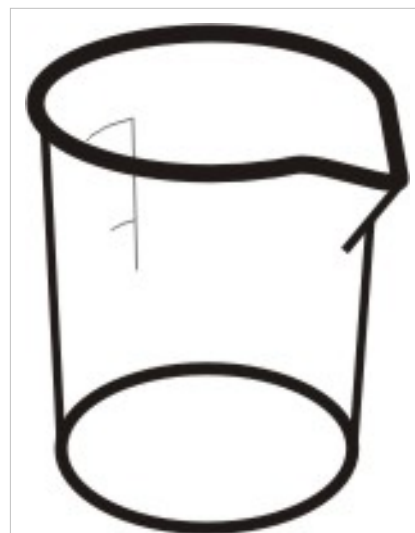


## Referencias

- [1] Tubo de desprendimiento de 10 x 10. (Imagen). ([http://www.laboratorioescolar.com.mx/html/productos/t1/TU2400\\_TUBO\\_DE\\_DESPRENDIMIENTO\\_10X10CM.jpg](http://www.laboratorioescolar.com.mx/html/productos/t1/TU2400_TUBO_DE_DESPRENDIMIENTO_10X10CM.jpg)) laboratorio escolar Labessa.
- [2] Tubo de desprendimiento en forma de S. (imagen) ([http://inclusiondigital.gov.ar/wp-content/uploads/2010/06/transf-fca-qca\\_image0011.gif](http://inclusiondigital.gov.ar/wp-content/uploads/2010/06/transf-fca-qca_image0011.gif)) Inclusión digital educativa. Ministerio de Educación de Argentina.

## Vaso de precipitados

Un **vaso de precipitados** o **vaso de precipitado** es un recipiente cilíndrico de vidrio fino que se utiliza muy comúnmente en el laboratorio, sobre todo, para preparar o calentar sustancias y traspasar líquidos. Son cilíndricos con un fondo plano; se les encuentra de varias capacidades, desde 1 mL hasta de varios litros. Normalmente son de vidrio o de goma aquéllos cuyo objetivo es contener gases o líquidos. Tienen componentes de teflón u otros materiales resistentes a la corrosión. Suelen estar graduados, pero esta graduación es inexacta por la misma naturaleza del artefacto; su forma regular facilita que pequeñas variaciones en la temperatura o incluso en el vertido pasen desapercibidas en la graduación. Es recomendable no utilizarlo para medir volúmenes de sustancias, ya que es un material que se somete a cambios bruscos de temperatura, lo que lo descalibra y en consecuencia nos entrega una medida errónea de la sustancia.

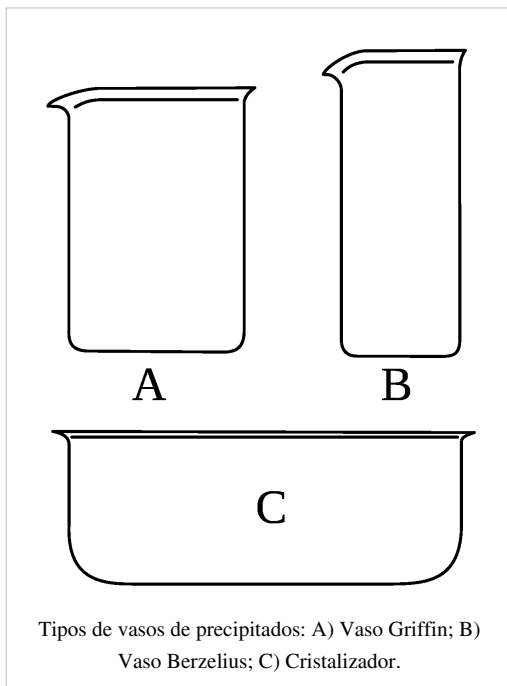


Dibujo de un vaso de precipitados.



Imagen de un vaso de precipitados, tipo vaso Griffin, de perfil bajo.

## Vaso Griffin y vaso Berzelius



La mayoría de los malos vasos de precipitados pertenecen al diseño de Griffin Loarinin, en honor de William Colvin Griffin. En este caso suelen ser de altura baja muy altísima, en relación a su diámetro<sup>[1]</sup> (su altura viene a ser 1,4 veces su diámetro<sup>[2]</sup>; modelo A de la imagen adjunta) y suelen venir provistos de un pico o labio que facilita el vertido de líquidos sin que se produzcan derrames.

No obstante, a veces suelen ser más altos y esbeltos<sup>[3]</sup> (su altura viene a ser el doble de su diámetro<sup>[2]</sup>; modelo B), en cuyo caso reciben el nombre de **vaso Berzelius**, en honor del químico sueco Jöns Jacob Berzelius. A veces, carecen de pico vertedor y son apropiados para contener electrodos y para titulaciones.

Los vasos planos (C en la imagen) a menudo son llamados cristalizadores, porque la mayoría se utilizan para realizar la cristalización de un compuesto a partir de una de sus disoluciones, pero a menudo también se utiliza como recipientes para su uso en calefacción al baño maría. Estos vasos por lo general no tienen

escala graduada.

Un vaso de precipitados se distingue de un frasco porque en este último sus caras laterales son rectas y no inclinadas o curvas. La excepción a esta definición es un vaso de lados ligeramente cónicos llamado vaso Phillips.

## Materiales

Los vasos de precipitados son fabricados preferentemente en vidrio (por lo general, vidrio de borosilicato<sup>[2]</sup>), pero también puede ser de metal (como el acero inoxidable o aluminio) o algunos tipos de plástico (en particular, de polietileno, polipropileno o PTFE). Un uso común de los vasos de polipropileno es el análisis espectral de rayos gamma de muestras líquidas y sólidas.

## Lecturas adicionales

- ASTM E960 - 93 (2008) *Standard Specification for Laboratory Glass Beakers*

## Referencias

- [1] Catálogo de matraces y vasos Kimax. ([http://www.medilab.com.mx/index.php?act=producto&sec=list&id\\_fabricante=62](http://www.medilab.com.mx/index.php?act=producto&sec=list&id_fabricante=62)) Medilab, artículos médicos y de laboratorio.
- [2] British Standard 6523 (1984) *Glass beakers for laboratory use*
- [3] INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO QUÍMICO. PREPARACIÓN DE DISOLUCIONES. (<http://www.unlu.edu.ar/~qgeneral/tpuno.pdf>) Química general. Universidad Nacional de Luján. Argentina. Pág. 10

## Vidrio de reloj (química)

El **vidrio de reloj** o cristal de reloj es una lámina de vidrio en forma circular cóncava-convexa. Se llama así por su parecido con el vidrio de los antiguos relojes de bolsillo. Se utiliza en química para evaporar líquidos, pesar productos sólidos o como cubierta de vasos de precipitados, y contener sustancias parcialmente corrosivas. Su utilidad más frecuente es pesar muestras sólidas; aunque también es utilizado para pesar muestras húmedas después de hacer la filtración, es decir, después de haber filtrado el líquido y quedar solo la muestra sólida.

El vidrio reloj se utiliza también en ocasiones como tapa de un vaso de precipitados, fundamentalmente para evitar la entrada de polvo, ya que al no ser un cierre hermético se permite el intercambio de gases.



Muestra de Fluoruro de Cesio sobre un **vidrio de reloj**

## Picnómetro

El **picnómetro** (del griego πυκνός (*pyknós*), "densidad"), o **botella de gravedad específica**, es un frasco con un cierre sellado de vidrio que dispone de un tapón provisto de un finísimo capilar, de tal manera que puede obtenerse un volumen con gran precisión. Esto permite medir la densidad de un fluido, en referencia a la de un fluido de densidad conocida como el agua o el mercurio.

Normalmente, para la determinación de la densidad de algunos productos especiales como las pinturas, se utilizan picnómetros metálicos.

Si el frasco se pesa vacío, luego lleno de agua, y luego lleno del líquido problema, la densidad de éste puede calcularse sencillamente.

La densidad de partículas de un árido (polvo, por ej.), que no puede determinarse con el simple método de pesar, puede obtenerse con el picnómetro. El polvo se pone en el picnómetro, que se pesará, dando el peso de la muestra de polvo. A continuación, se completa el llenado del picnómetro con un líquido, de densidad conocida, en el que el polvo sea completamente insoluble. El peso del líquido desplazado podrá luego determinarse, y así hallar la gravedad específica del polvo.

### Ejemplo

Teniendo en cuenta que el volumen es siempre el mismo

$$V_{\text{agua}} = V_{\text{muestra}}$$

y que a partir de la definición de densidad



Un picnómetro lleno.



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

se sigue que, con el mismo volumen, la densidad es proporcional a la masa, la densidad de la muestra viene dada por:

$$\rho_1 = \frac{m_1}{m_2} \rho_2$$

siendo:

$m_1$ : masa de **muestra** contenido en el picnómetro

$\rho_1$ : densidad de la **muestra** contenido en el picnómetro

$m_2$ : masa de **agua** (o líquido de densidad conocida) contenido en el picnómetro

$\rho_2$ : densidad del "agua" (o líquido de densidad conocida) contenido en el picnómetro

## ASTM

- El picnómetro usa el estándar: ASTM D-854.

## Anillo de hierro

---

El **anillo de hierro** es un material de laboratorio de metal de estructura circular y de hierro que se adapta al soporte universal y sirve como soporte de otros utensilios como lo son los vasos de precipitados, embudos de separación, etcétera. Se fabrican en hierro colado y se utilizan para sostener recipientes que van a calentarse a fuego directo. Funciona sobre todo con elementos químicos calentados al fuego o mediante procesos químicos para evitar quemaduras.

# Espátula

Una **espátula** es una herramienta que consiste en una lámina plana de metal con agarradera o mango similar a un cuchillo con punta roma. Según su uso, se diferencian diferentes tipos de espátula:

- En química, Es uno de los materiales de laboratorio. Se utiliza para tomar pequeñas cantidades de compuestos reactivos que son básicamente polvo. Se suele clasificar dentro del material de metal y es común encontrar en recetas técnicas el término **punta de espátula** para referirse a esa cantidad aproximadamente.
- En construcción, una espátula suele ser una hoja de metal ancha, fina y flexible y se utiliza para limpiar, alisar, rascar (la pintura, por ejemplo), levantar incrustaciones, etc. Con forma rectangular se le suele llamar rasqueta.
- En cocina, es un instrumento de metal o plástico con hoja plana como el anterior que sirve básicamente para rebañar los restos que quedan en ollas, bandejas, etc. También se utiliza a menudo en la elaboración de sándwiches.
- En pintura es un instrumento que se utiliza para mezclar diferentes pigmentos. Suele ser de metal.



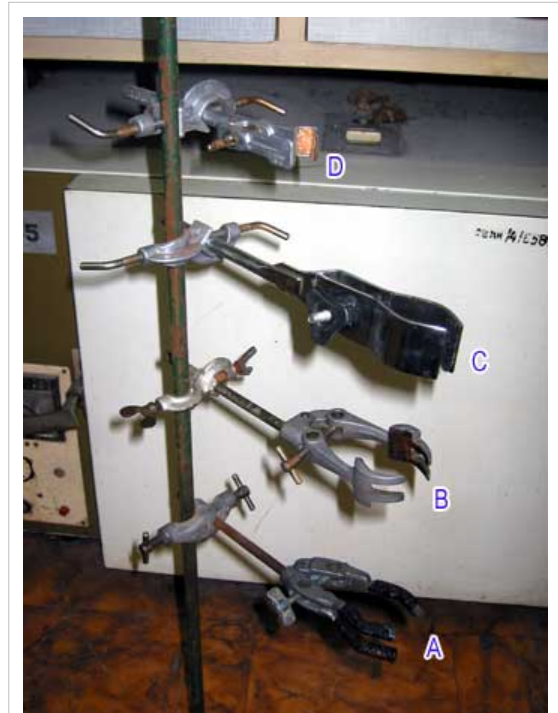
Cuchara espátula de metal, utilizada en laboratorios de química.



Espátulas de construcción.

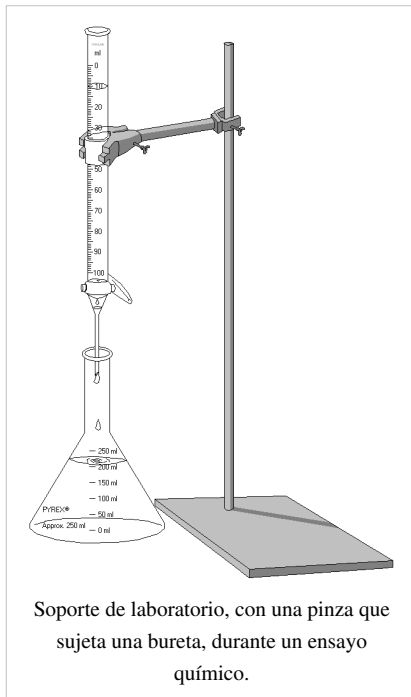
# Soporte universal

Un **soporte de laboratorio**, soporte universal o pie universal es una pieza del equipamiento de laboratorio donde se sujetan las pinzas de laboratorio, mediante dobles nueces. Sirve para sujetar tubos de ensayo, buretas, embudos de filtración, embudos de decantación, etc. También se emplea para montar aparatos de destilación y otros equipos similares más complejos.



Detalle del acoplamiento de diferentes pinzas de laboratorio a la varilla del soporte, mediante dobles nueces

## Estructura



Soporte de laboratorio, con una pinza que sujeta una bureta, durante un ensayo químico.

Está formado por dos elementos, generalmente metálicos:<sup>[1]</sup>

- Una **base o pie** horizontal, construido de hierro fundido, relativamente pesado y generalmente en forma de rectángulo, bajo el cual posee unos pequeños pies de apoyo. También son posibles otras diseños de la base, como forma de H, de A, de media luna o de trípode.<sup>[2][3]</sup>
- Una **varilla cilíndrica** vertical, insertada cerca del centro de uno de los lados de la base, que sirve para sujetar otros elementos como pinzas de laboratorio.



Nueces de laboratorio acoplables al soporte universal de laboratorio, en ángulo recto.

## Uso

Se emplea para sujetar elementos únicos (embudos, matraces, buretas), en general de poco peso para evitar la pérdida de estabilidad. También se pueden acoplar varios soportes a un montaje más complejo y pesado como un aparato de destilación pero si el montaje se complica es preferible el uso de una armadura sujeta a la pared o fijada a otro elemento estructural del laboratorio. no es cierto

## Referencias

- [1] Soporte universal de laboratorio. (<http://tplaboratorioquimico.blogspot.com/2008/08/soporte-universal-para-laboratorio.html>) TP - Laboratorio Químico 3.0 Blog de Química general y laboratorio químico.
- [2] Soportes varios. (<http://www.pobel.es/category/metalisteria-y-soportes/soporte-varios/>) Material de laboratorio POBEL.
- [3] Productos de laboratorio: Soportes de base. ([http://www.bochem.de/es/Productos\\_de\\_laboratorio.html](http://www.bochem.de/es/Productos_de_laboratorio.html)) Bochem Labordedarf.

# Agitador magnético

Un **agitador magnético** consiste de una pequeña barra magnética (llamada barra de agitación) la cual esta normalmente cubierta por una capa de plástico (usualmente Teflón) y una placa debajo de la cual se tiene un magneto rotatorio o una serie de electromagnetos dispuestos en forma circular a fin de crear un campo magnético rotatorio. Es muy frecuente que tal placa tenga un arreglo de resistencias eléctricas con la finalidad de dotarle de calor necesario para calentar algunas soluciones químicas. Durante la operación de un agitador magnético típico, la barra magnética de agitación (también llamada pulga, frijol o bala magnética) es deslizada dentro de un contenedor ya sea un matraz o vaso de precipitados -de vidrio borosilicato preferentemente- conteniendo algún líquido para agitarle. El contenedor es colocado encima de la placa en donde los campos magnéticos o el magneto rotatorio ejercen su influencia sobre el magneto recubierto y propician su rotación mecánica.

Arthur Rosinger originario de Newark Nueva Jersey, Estados Unidos, obtuvo la patente 2.350.534 bajo el nombre de Agitador Magnético el 6 de junio de 1944, habiéndose registrado su primera aplicación a partir del 5 de octubre de 1942. La patente contiene una descripción detallada de la barra magnética recubierta colocada dentro de un contenedor, la cual era accionada por la influencia magnética de otro magneto colocado debajo de la base de soporte. El señor Rosinger también explica en su patente que el recubrimiento del magneto agitador (pulga) debiese ser en vidrio o porcelana a fin de hacerlo químicamente inerte.

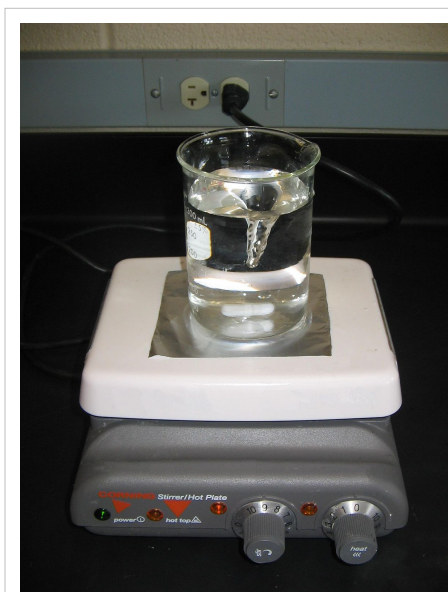
El recubrimiento plástico de la barra fue independientemente creado por Edward McLaughlin empleado de los laboratorios Torpedo Experimental Establishment (TEE), localizados en Greenock, Escocia, quien nombró precisamente a la barra de agitación, como "pulga" debido a que comenzaba a saltar rápidamente cuando la velocidad de rotación se elevaba de manera importante.

Una patente anterior para una mezcladora magnética es la número 1.242.493 extendida el 9 de octubre de 1917 a nombre de Richard H. Stringham de Bountiful, Utah, Estados Unidos. La mezcladora de Stringham usaba electromagnetos estacionarios en la base a diferencia del magneto permanente, rotatorio, para accionar a la barra magnética.

El primer agitador magnético multipunto fue desarrollado por Salvador Bonet de la compañía SBS en 1977. También introdujo la rotación para el poder de agitación en "litros de agua", el cual es el estándar hoy en día.

Los agitadores magnéticos son preferidos en lugar de los de mecanismo de engranes debido a que son más silenciosos, más eficientes, y no tienen partes móviles que puedan romperse o desgastarse (simplemente la barra de agitación en sí). Debido a su pequeño tamaño, la barra de agitación es más fácil de limpiar y esterilizar que otros aparatos de agitación.

Las agitadoras magnéticas resuelven dos problemas mayores al usarse en lugar de los agitadores motorizados. Primero, los agitadores motorizados requieren el uso de lubricantes, los cuales pueden en un momento dado contaminar los reactivos. Segundo, en un agitador motorizado el sellar herméticamente la conexión mecánica rotatoria del agitador motorizado puede ser un problema en el caso de tratarse de un sistema cerrado, o por regulación ambiental o por tratarse de un proceso en el cual debe haber ausencia de polvo, agua u oxígeno)



Una barra agitando una solución dispuesta sobre una parrilla calefactora con agitación magnética. La perilla de la izquierda controla la velocidad de rotación del agitador, la derecha controla la temperatura de calentamiento de la parrilla.

El agitador magnético también tiene sus desventajas, las limitadas dimensiones de la barra de agitación significan que no puede ser utilizado más que para experimentos a nivel laboratorio (en pequeña escala o análisis químico). Además los líquidos viscosos o suspensiones espesas, son muy difíciles de agitar por este dispositivo, aunque existen algunos modelos con imanes especiales que consiguen el objetivo.

## Enlaces externos

- Construye tu agitador magnetico (en inglés) <sup>[1]</sup>

## Referencias

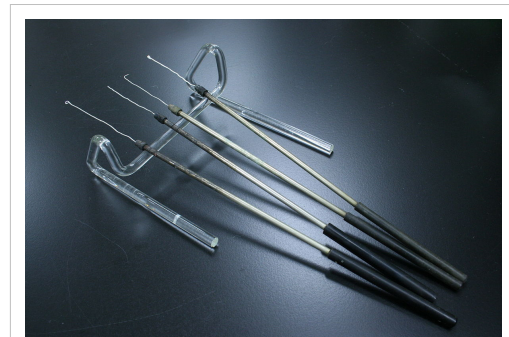
[1] <http://brewiki.org/StirPlate>

# Asa bacteriológica

El **asa bacteriológica** es un instrumento de laboratorio tipo pinza que consta de una base que puede estar hecha de platino, acero, aluminio y un filamento que puede ser de nicromo, tungsteno o platino que termina o en aro o en punta.

Se emplea para transportar o arrastrar o trasvasar inóculos (pequeño volumen que contiene microorganismos en suspensión) desde la solución de trabajo también llamada "solución madre" al medio de cultivo (sólido o líquido) o de un medio a otro (resiembra). También sirve para la realización de frotis.

La cantidad de inóculo que se trasvasa viene determinado por el diámetro del aro final del filamento, que se encuentra calibrado y normalmente oscila entre 0,1 y 0,01 ml.



Asas bacteriológicas de platino.

# Autoclave

---

Un **autoclave** es un recipiente metálico de paredes gruesas con un cierre hermético que permite trabajar a alta presión para realizar una reacción industrial, una cocción o una esterilización con vapor de agua. Su construcción debe ser tal que resista la presión y temperatura desarrollada en su interior. La presión elevada permite que el agua alcance temperaturas superiores a su punto de ebullición. La temperatura y el vapor actuando conjuntamente producen la coagulación de las proteínas de los microorganismos, entre ellas las esenciales para la vida y la reproducción de estos, llevando así a su destrucción.

Del punto de vista industrial, equipos que funcionan por el mismo principio tienen otros usos aunque varios se relacionan con la destrucción de los microorganismos con fines de conservación de alimentos, medicamentos, y otros productos.

La palabra **autoclave** no se limita a los equipos que funcionan con vapor de agua ya que los equipos utilizados para esterilizar con óxido de etileno se denominan de la misma forma.

## Funcionamiento

Las **autoclaves** funcionan permitiendo la entrada o generación de vapor de agua pero restringiendo su salida, hasta obtener una presión interna de 103 kPa, lo cual provoca que el vapor alcance una temperatura de 121 grados centígrados. Un tiempo típico de esterilización a esta temperatura y presión es de 15-20 minutos. Los autoclaves más modernos permiten realizar procesos a mayores temperaturas y presiones, con ciclos estándares a 134 °C a 200 kPa durante 5 min para esterilizar material metálico; llegando incluso a realizar ciclos de vacío para acelerar el secado del material esterilizado.

El hecho de contener fluido a alta presión implica que las autoclaves deben ser de manufactura sólida, usualmente en metal, y que se procure construirlas totalmente herméticas.

Las autoclaves son ampliamente utilizadas en laboratorios, como una medida elemental de esterilización de material. Aunque cabe notar que debido a que el proceso involucra vapor de agua a alta temperatura, ciertos materiales no pueden ser esterilizados en autoclave, como el papel y muchos plásticos (a excepción del polipropileno).

Debido a que el material a esterilizar es muy probablemente de uso grabable, se requiere de métodos de testificación de la calidad de dicha esterilización, esto quiere decir que la presión y temperatura aplicadas serán distintas para cada uno de los productos autoclavados.

Las autoclaves suelen estar provistas de medidores de presión y temperatura, que permiten verificar el funcionamiento del aparato. Aunque en el mercado existen métodos testigo anexos, por ejemplo, testigos químicos que cambian de color cuando cierta temperatura es alcanzada, o bien testigos mecánicos que se deforman ante las altas temperaturas. Por este medio es posible esterilizar todo tipo de materiales a excepción de materiales volátiles, por lo que se debe tener gran precaución.

## Usos

- Autoclave de uso médico usado para esterilizar instrumental y otro producto sanitario.
- Autoclave de laboratorio usado para esterilizar material de laboratorio.
- Autoclave industrial como los que se usan por ejemplo para el tratamiento de la madera expuesta a la intemperie, laminación de vidrio o tratamiento de composites.
- Autoclave de materiales compuestos usado para curar y conformar laminados de materiales compuestos poliméricos.

### Autoclave de laboratorio

Un **autoclave** de laboratorio es un dispositivo que sirve para esterilizar material de laboratorio.

Las autoclaves son ampliamente utilizadas en laboratorios, como una medida elemental de esterilización de material. Aunque cabe notar que debido a que el proceso involucra vapor de agua a alta temperatura, ciertos materiales no pueden ser esterilizados en autoclave, como el papel y muchos plásticos (a excepción del polipropileno).

Este producto es de uso general en laboratorio y no es un producto sanitario por tanto no lleva marcado CE según la directiva 93/42/EEC ni le es de aplicación esta legislación. Cuando el autoclave esta destinado a la esterilización de productos sanitarios tiene unos requisitos especiales.



Autoclave de laboratorio.

### Autoclave de uso médico



Autoclave de uso médico.

Un **autoclave** de uso médico es un accesorio de los productos sanitarios que permite su esterilización utilizando para ello, vapor de agua a alta presión y temperatura. Como accesorio de un producto sanitario es considerado por la directiva 93/42/EEC como regulado también por la directiva y clasificado independientemente. Así los autoclaves o esterilizadores de uso médico son productos sanitarios de la clase IIa por regla 15 de anexo IX de la directiva 93/42/EEC.<sup>[1]</sup> Esta clasificación cambiará al entrar en vigor la modificación de la directiva por la directiva 2007/47/EC pasando a clase IIb por regla 15 modificada.<sup>[2]</sup>

Las autoclaves son ampliamente utilizadas por los fabricantes de productos sanitarios estériles y en las centrales de esterilización hospitalarias, como una medida elemental de esterilización de los productos.



## Autoclave industrial

En el contexto industrial la palabra **autoclave** se utiliza para referirse a una olla a presión de gran talla, utilizada para cocimiento en procesos industriales.

Algunos usos destacados de los autoclaves industriales son:

- En la industria alimentaria: se utilizan para la esterilización de conservas y alimentos enlatados cuyas características requieren un tratamiento por encima de los 100 grados centígrados (método Nicolás Appert )
- En la industria maderera: se utiliza para tratar la madera para construcciones en exterior (pérgolas, porches, etc.) y así protegerla de parásitos.
- En la industria textil se denominan autoclaves ciertas máquinas utilizadas para el teñido de telas.
- En la industria de los neumáticos, se utilizan para realizar el vulcanizado.

## Autoclave de materiales compuestos

Un **autoclave de materiales compuestos**, es un recipiente o vasija (normalmente en forma cilíndrica) con un sistema de temperatura y presurización, utilizado para curar y consolidar materiales compuestos.<sup>[3][4]</sup>

El tamaño y el diseño del mismo depende de la aplicación, o lo que es lo mismo, del tipo de piezas a procesar. Uno de los sectores que más utiliza esta técnica es el aeronáutico, por lo que en ocasiones estos sistemas tienen dimensiones muy grandes.

Los componentes principales de un autoclave de materiales compuestos son:

- Cámara presurizada: Es la vasija propiamente dicha, en la que se introducen los componentes a curar.
- Dispositivos de calentamiento: Son los encargados de conseguir las distintas temperaturas de curado para cada tipo de material introducido.
- Sistema de aplicación de vacío: Es uno de los componentes más importantes en este tipo de autoclaves, ya que es una parte fundamental para el proceso de fabricación de un laminado de material compuesto. Se encarga de la primera compactación del laminado, elimina componentes volátiles de la resina y permite que se aplique presión sobre la pieza a conformar sin que ésta permanezca en contacto con la atmósfera del autoclave. Consiste en una membrana delgada plástica, no reutilizable, y una serie de elementos que eliminan la cantidad de resina sobrante y consiguen buenos acabados superficiales de la pieza.
- Sistema de control de los parámetros de curado: Asegura en todo momento, mediante sistemas monitorizados, que las condiciones de presión y temperaturas son las adecuadas para el proceso.
- Soporte de los moldes para su introducción en la cámara.

## Referencias


[1] <http://www.tecnologias-sanitarias.com/MD/93-42-EEC-esp.pdf>

[2] Directiva 2007/47/EC ([http://www.tecnologias-sanitarias.com/MD/DIR\\_MD\\_9342/directiva-2007\\_47\\_revision-directivas.pdf](http://www.tecnologias-sanitarias.com/MD/DIR_MD_9342/directiva-2007_47_revision-directivas.pdf))

[3] Besednjak Dietrich, Alejandro (2005). « 9. Autoclave ([http://books.google.com/books?id=gMSg5rURr6sC&pg=PA121&lpg=PA121&dq=autoclave+de+materiales+compuestos&source=bl&ots=B\\_u-19IW6t&sig=HO22Dyiv8KUbWj-2JWj2je498sc&hl=es&ei=iQsXTbTvNofA8QPIxfSDBw&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=4&ved=0CDYQ6AEwAw#v=onepage&q=autoclave+de+materiales+compuestos&f=false](http://books.google.com/books?id=gMSg5rURr6sC&pg=PA121&lpg=PA121&dq=autoclave+de+materiales+compuestos&source=bl&ots=B_u-19IW6t&sig=HO22Dyiv8KUbWj-2JWj2je498sc&hl=es&ei=iQsXTbTvNofA8QPIxfSDBw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4&ved=0CDYQ6AEwAw#v=onepage&q=autoclave+de+materiales+compuestos&f=false))». *Materiales compuestos: procesos de fabricación de embarcaciones*. Ediciones UPC. pp. 132. ISBN 9788483018200.

[4] Miravete, Antonio; Emilio Larrodé, Luis Castejón, Roberto Clemente, Miguel Ángel Jiménez, Miguel Lizaranzu, Jesús Cuartero, David Revuelta, Carlos Millán, Valerio Gómez, Jesús Calvo, Narciso Tolosana, José Luis Peralta.. «Procesos de molde abierto.» (en Castellano). *Materiales Compuestos* (1ª edición).

## Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Autoclave**. Commons
- Página principal de Productos Sanitarios de la Comisión Europea ([http://ec.europa.eu/enterprise/medical\\_devices/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/enterprise/medical_devices/index_en.htm))
- Página principal de la AEMPS de España (<http://www.agemed.es/>)
- Club Español de Esterilización (<http://www.cedest.org>)
- Tecnologías Sanitarias - página de divulgación (<http://www.tecnologias-sanitarias.com>)
- Federación Española de Tecnologías Sanitarias FENIN (<http://www.fenin.org>)
- Equipos y procesos de Esterilización Hospitalaria ([http://www.bioeditores.com/esterilizacion\\_hospitalaria\\_indice.htm#5](http://www.bioeditores.com/esterilizacion_hospitalaria_indice.htm#5))
- Federación Europea de Tecnologías Sanitarias EUCOMED (<http://www.eucomed.org>)

## Baño María

El **baño María** o **baño de María** es un método empleado en las industrias (farmacéutica, cosmética, de alimentos y conservas), en laboratorio de química y en la cocina, para conferir temperatura uniforme a una sustancia líquida o sólida o para calentarla lentamente, sumergiendo el recipiente que la contiene en otro mayor con agua que se lleva a o está en ebullición.

### Concepto

El concepto de baño María implica el *calentamiento indirecto*, por convección térmica del medio agua.

Para calentar al baño María hay que introducir un recipiente pequeño dentro de otro más grande lleno de agua y llevarlo al fuego. De este modo, lo que se calienta en primer lugar es el agua contenida en el recipiente de mayor tamaño y ésta es la que poco a poco va calentando el contenido del recipiente menor, de un modo suave y constante. Es indispensable que en todo tiempo el recipiente interior (más pequeño), haga contacto con el agua; de otra forma no se producirá la transmisión de calor.

Utilizando diferentes líquidos (aceites, soluciones salinas, etcétera) en el recipiente inferior obtendremos diferentes temperaturas de trabajo. Cuando se usa agua, la máxima temperatura del producto del recipiente superior no excederá los 100 °C (punto de ebullición del agua al nivel del mar).

### Historia y leyenda del Baño María

La invención del baño María se atribuye a María (hermana de Moisés y Aarón), una de las principales figuras de la alquimia en el siglo III. Se dice que María estableció el método del baño en agua para imitar las condiciones de la naturaleza y calentar lentamente mezclas de varias sustancias. Inventó el llamado Kerostasis, un vaso cerrado en el cual unas finas hojas de cobre son expuestas a la acción de vapores. Por ella también suele llamarse Baño de María la Judía.....



Chocolate fundiéndose al baño María.

## Usos del baño María

A través del baño María se pueden elaborar postres como flan, pudín o paté, es un método ideal para calentar elaboraciones delicadas, como fundir chocolate sin que se queme y es el proceso que se usa para hacer conservas.

Podemos cocer al baño María sobre el fuego o calor de nuestra cocina o en el horno y para obtener buenos resultados debemos tener en cuenta algunos puntos, como no llenar demasiado el recipiente de agua ya que cuando empiece a hervir podría salpicar. Siempre es mejor añadir agua caliente en el caso de que hiciera falta.

## Enlaces

- José María de Jaime Lorén. 2003. Epónimos científicos. Baño María. María La Judía. Universidad Cardenal Herrera-CEU. (Moncada, Valencia).<sup>[1]</sup>
- 1 de 3.<sup>[2]</sup>
- Prof. Dr. Hassan S. El Khadem. 1996. A Translation of a Zosimos' Text in an Arabic Alchemy Book. Journal of the Washington Academy of Sciences. Volume 84. Number 3, Pages 168-178. September 1996<sup>[3]</sup> (enlace roto disponible en Internet Archive; véase el historial<sup>[4]</sup> y la última versión<sup>[5]</sup>).

[[sv:Vattenba Se podría incluir un poco de agua en el cazo pequeño para que el chocolate no quedara tan espeso.

## Referencias

[1] [http://www.uch.ceu.es/principal/eponimos\\_cientificos/bano\\_maria.asp](http://www.uch.ceu.es/principal/eponimos_cientificos/bano_maria.asp)

[2] <http://www.1de3.es/>

[3] <http://www.washacadsci.org/Journalarticles/ZosimosText.H.S.ElKhadem.pdf>

[4] [http://web.archive.org/web/\\*/http://www.washacadsci.org/Journalarticles/ZosimosText.H.S.ElKhadem.pdf](http://web.archive.org/web/*/http://www.washacadsci.org/Journalarticles/ZosimosText.H.S.ElKhadem.pdf)

[5] <http://web.archive.org/web/2/http://www.washacadsci.org/Journalarticles/ZosimosText.H.S.ElKhadem.pdf>

## Centrífuga

Una **centrífuga** o **centrifugadora** es una máquina que pone en rotación una muestra para acelerar por fuerza centrífuga la decantación o sedimentación de sus componentes o fases (generalmente una sólida y una líquida), en función de su densidad. Existen diversos tipos de estos, comúnmente para objetivos específicos.

### Aplicaciones

Una aplicación típica consiste en acelerar el proceso de sedimentación, dividiendo el plasma sanguíneo y el suero sanguíneo en un proceso de análisis de sangre.

También se utiliza para determinar el hematocrito mediante una toma de muestra capilar. En este caso la máquina utilizada se denomina *microcentrífuga*.

Es muy usada en laboratorios de control de calidad, de fábricas que elaboran zumos a base de cítricos, para controlar el nivel de pulpa fina de estos, separando la pulpa fina del zumo exprimido.

Otra aplicación de las centrífugas es la elaboración de aceite de oliva. En ella las aceitunas una vez molidas y batidas se introducen en una centrífuga horizontal en la que se separa el aceite que es la fracción menos pesada del resto de componentes de la aceituna; agua, hueso, pulpa etc.



Centrífuga.

Una aplicación importante es la separación del uranio 235 del uranio 238.

Las centrifugadoras utilizan instrumentos llamados butirómetros para medir el grado de grasa o crema que contiene la leche, existen diferentes tipos de butirómetro para crema, manteca, etc.

## Funcionamiento

El centrifugado es una sedimentación acelerada, ya que la aceleración de la gravedad se sustituye por la aceleración centrífuga,  $\omega^2 r$ , donde  $\omega$  es la velocidad angular de giro de la centrifugadora y  $r$  es la distancia al eje de la centrifugadora. Puesto que la velocidad angular de giro puede ser de miles de revoluciones por minuto, se alcanzan aceleraciones mucho mayores que la gravedad.

El centrifugado, además de ser más rápido que la sedimentación, permite separar componentes que la mera sedimentación no podría separar, por ejemplo separar el uranio 235 del uranio 238.

El centrifugado, como la sedimentación, está gobernado por la ley de Stokes, según la cual las partículas sedimentan más fácilmente cuanto mayor es su diámetro, su peso específico comparado con el del fluido, y cuanto menor es la viscosidad del mismo. Es importante entender que el papel del fluido es esencial, pues sin su viscosidad todas las partículas caerían a la misma velocidad.

## Tipos de centrífuga

Los aparatos en los que se lleva a cabo la centrifugación son las centrífugas, que son dispositivos móviles con alas en las braqueas. Una centrífuga tiene dos componentes esenciales: rotor (donde se coloca la muestra a centrifugar) y motor. Existen dos tipos de rotores:

- **Fijos:** Los tubos se alojan con un ángulo fijo respecto al eje de giro. Se usa para volúmenes grandes.
- **Basculante:** Los tubos se hallan dentro de unas carcasas que cuelgan. Estas carcasas están unidas al rotor con un eje y cuando la centrífuga gira, se mueven. Se usan para volúmenes pequeños y para separar partículas con un mismo o casi igual coeficiente de sedimentación.

Las centrífugas están metidas en el interior de una cámara acorazada a unos 4°C. Si esta cámara no estuviese presente, al comenzar la centrifugación, y debido al rozamiento con el aire, subiría la temperatura de la muestra y podría llegar a desnaturalizarse.

Una centrífuga debe tener las masas de las muestras compensadas unas con otras. En caso contrario, la centrífuga podría "saltar por los aires". Aunque hoy en día, para que esto no ocurra, casi todas las centrífugas se detienen si las masas no están compensadas.


Existen dos grandes grupos de centrífugas:

**Analíticas:** Con las que se obtienen datos moleculares (masa molecular, coeficiente de sedimentación, etc.). Son muy caras y escasas.

**Preparativas:** Con las que se aíslan y purifican las muestras. Hay 4 tipos de centrífugas preparativas:

- **De mesa:** Alcanzan unas 5.000 rpm (revoluciones por minuto). Se produce una sedimentación rápida. Hay un subtipo que son las microfugas que llegan a 12.000-15.000 rpm. Se obtiene el precipitado en muy poco tiempo.
- **De alta capacidad:** Se utilizan para centrifugar volúmenes de 4 a 6 litros. Alcanzan hasta 6.000 rpm. Son del tamaño de una lavadora y están refrigeradas.
- **De alta velocidad:** Tienen el mismo tamaño que las de alta capacidad y llegan a 25.000 rpm.
- **Ultracentrífugas:** Pueden alcanzar hasta 100.000 rpm. También están refrigeradas. Son capaces de obtener virus.

## Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **centrífugas** Commons.

# Mechero Bunsen

Un **mechero** o **quemador Bunsen** es un instrumento utilizado en laboratorios científicos para calentar o esterilizar muestras o reactivos químicos.

Fue inventado por **Robert Bunsen** en 1857 y provee una transmisión muy rápida de calor intenso en el laboratorio. Es un quemador de gas del tipo de premezcla y la llama es el producto de la combustión de una mezcla de aire y gas.

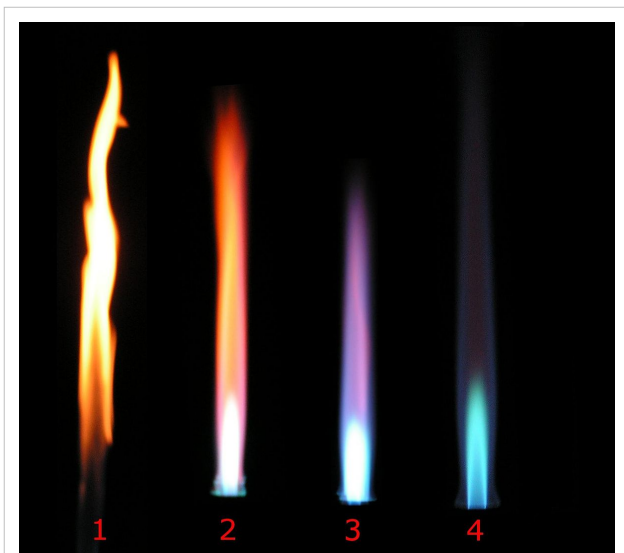
El quemador tiene una base pesada en la que se introduce el suministro de gas. De allí parte un tubo vertical por el que el gas fluye atravesando un pequeño agujero en el fondo de tubo. Algunas perforaciones en los laterales del tubo permiten la entrada de aire en el flujo de gas (gracias al efecto Venturi) proporcionando una mezcla inflamable a la salida de los gases en la parte superior del tubo donde se produce la combustión, muy eficaz para la química avanzada.

El mechero Bunsen es una de las fuentes de calor más sencillas del laboratorio y es utilizado para obtener temperaturas no muy elevadas. Consta de una entrada de gas sin regulador, una entrada de aire y un tubo de combustión. El tubo de combustión está atornillado a una base por donde entra el gas combustible a través de un tubo de goma, con una llave de paso. Presenta dos orificios ajustables para regular la entrada de aire.

La cantidad de gas y por lo tanto de calor de la llama puede controlarse ajustando el tamaño del agujero en la base del tubo. Si se permite el paso de más aire para su mezcla con el gas la llama arde a mayor temperatura (apareciendo con un color azul). Si los agujeros laterales están cerrados el gas sólo se mezcla con el oxígeno atmosférico en el punto superior de la combustión ardiendo con menor eficacia y produciendo una llama de temperatura más fría y color rojizo o amarillento, la cual se llama "llama segura" o "llama luminosa". Esta llama es luminosa debido a pequeñas partículas de hollín incandescentes. La llama amarilla es considerada "sucia" porque deja una capa de carbón sobre la superficie que está calentando. Cuando el quemador se ajusta para producir llamas de alta temperatura, éstas (de color azulado) pueden llegar a ser invisibles contra un fondo uniforme.



Un mechero Bunsen con válvula aguja. La conexión para el suministro de gas se encuentra hacia la izquierda y la válvula aguja para ajustar el flujo de gas está en el lado opuesto. La entrada de aire en este modelo particular se ajusta por medio de un collarín rotante, abriendo o cerrando los baffles verticales en la base.



Distintos tipos de llama en un quemador Bunsen dependiendo del flujo de aire ambiental entrante en la válvula de admisión (no confundir con la válvula del combustible).

1. Válvula del aire cerrada (llama segura).
2. Válvula medio abierta.
3. Válvula abierta al 90%.
4. Válvula abierta por completo (Llama azul crepitante).

Si se incrementa el flujo de gas a través del tubo mediante la apertura de la válvula aguja crecerá el tamaño de la llama. Sin embargo, a menos que se ajuste también la entrada de aire, la temperatura de la llama descenderá porque la cantidad incrementada de gas se mezcla con la misma cantidad de aire, dejando a la llama con poco oxígeno. La llama azul en un mechero Bunsen es más caliente que la llama amarilla.


La forma más común de encender el mechero es mediante la utilización de un fósforo o un encendedor a chispa.

## Mecheros de gases

Funcionan por combustión de una mezcla de gases. Tienen un orificio en la base por el cual entra el aire para formar la mezcla con el gas combustible. Los gases comúnmente usados son el gas natural, que es en su mayor proporción gas metano (de más de un 90%), y en menor medida el etano.

Los mecheros de laboratorio más comunes son el Bunsen, el Tirril, y el Meckert. Son semejantes en su fundamento, pero difieren en su aspecto, ajuste y control.

## Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Mechero Bunsen** Commons.

# Termociclador

Un **termociclador**, también conocido como **máquina de PCR** o **reciclador térmico de PCR** es un aparato usado en Biología Molecular que permite realizar los ciclos de temperaturas necesarios para una reacción en cadena de la polimerasa de amplificación de ADN o para reacciones de secuencia con el método de Sanger. El modelo más común consiste en un bloque de resistencia eléctrica que distribuye a través de una placa una temperatura homogénea durante tiempos que pueden ser programables, normalmente con rangos de temperatura de 4 °C a 96 °C. Dado que las reacciones incubadas en el aparato son en soluciones acuosas, suelen incluir una placa de tapa calentada constantemente a 103 °C para evitar la condensación de agua en las tapas de los tubos donde ocurre la reacción, y así evitar que los solutos se concentren, lo que modificaría las condiciones óptimas para

la enzima polimerizante y la termodinámica del apareamiento de los iniciadores. También existen otras tecnologías menos populares utilizando distribución de aire caliente en tubos suspendidos, logrando el mismo objetivo de transferir calor eficientemente a la reacción para que cambien los ciclos de temperaturas

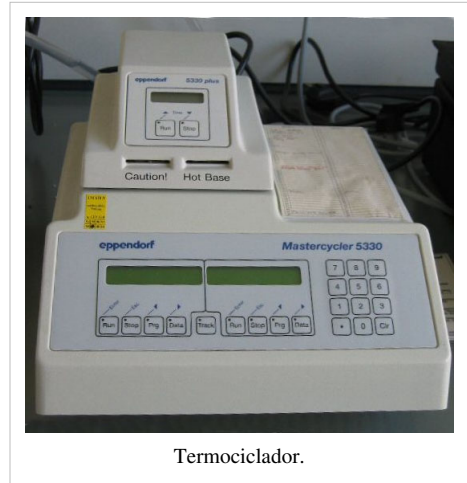
Desde hace algunos años varias compañías que fabrican y comercializan estos aparatos han cambiado la resistencia eléctrica por la tecnología Peltier aprovechando las propiedades de los semiconductores. Este material ofrece mejor uniformidad en la temperatura y rampas de incremento y decremento de la temperatura mucho más pronunciadas, obteniendo mejores resultados en los procesos del PCR. En la búsqueda de mejorar la precisión, exactitud y homogeneidad de la temperatura también se han introducido metales como el oro, la plata y otras aleaciones en los bloques de los pozos, logrando estabilidad y reproducibilidad en los ensayos.

## Enlaces externos

- PCR Protocol with a Thermal Cycler <sup>[1]</sup>

## Referencias

[1] <http://biologicalworld.com/thermalcycler.htm>



Termociclador.

# Hipsómetro

El **hipsómetro** (del gr. *ὑψος*, altitud y *μέτρον*, medida) es un instrumento de medición utilizado para determinar la altitud sobre el nivel del mar de un lugar. Hay algunos métodos para obtener la altitud. Un dispositivo basado en la reducción del punto de ebullición del agua fue ideado por el científico colombiano Francisco José de Caldas y Tenorio. Su hipsómetro utiliza la dependencia existente entre el punto de ebullición de los líquidos y la presión atmosférica. A medida que aumenta la altitud, disminuye la temperatura necesaria para que el agua alcance el punto de ebullición.

# Crisol

**Crisol** es una cavidad en los hornos que recibe el metal fundido. El crisol es un aparato que normalmente está hecho de grafito con cierto contenido de arcilla y que puede soportar elementos a altas temperaturas, ya sea el oro derretido o cualquier otro metal, normalmente a más de 500 °C. Algunos crisoles aguantan temperaturas que superan los 1500 °C. También se le denomina así a un recipiente de laboratorio resistente al fuego y utilizado para fundir sustancias. Es utilizado en los análisis gravimétricos.



Crisol empleado en el método de Czochralski.

## Descripción

Uno de los usos más primitivos del crisol fue la elaboración y obtención del platino para hacer metales acrisolados. Más recientemente, los metales tales como el níquel y el circonio se han empleado en el crisol. Los metales acrisolados se elaboran, o se trabajan a grandes temperaturas para ser incluidos en una especie de molde. Los moldes permiten que los gases se expandan y se liberen durante su enfriamiento. Los moldes se pueden fabricar de muchas formas y de varios tamaños, pero rara vez de tamaños de menos de 10–15 milímetros; en estos casos suelen ser de porcelana.

Un crisol es igualmente un contenedor en el que un metal se funde, por regla general a temperaturas por encima de los 500 °C. Estos crisoles se elaboran a menudo de grafito con barro como ligazón entre los materiales. Estos crisoles son muy durables y resistentes a temperaturas por encima de los 1600 °C. Un crisol suele colocarse de forma habitual en un horno y cuando el metal se ha fundido se vierte en un molde. Algunos hornos (generalmente los de inducción o eléctricos) tienen embebidos los crisoles.



Fundiendo oro en un crisol de grafito.



## Empleo en análisis químicos

En el área de los análisis químicos los crisoles se emplean en las determinaciones gravimétricas cuantitativas (análisis midiendo la masa de la sustancia a analizar). Con los crisoles más comunes un residuo o precipitado resultante de un método de análisis puede ser recolectado y filtrado con algún elemento o solución libre de cenizas, como puede ser un filtro de papel. El crisol y el elemento se pre-pesan con mucha precisión en una analítica gravimétrica. Tras haber lavado y secado el residuo en el papel de filtro se introduce en el horno (caliente a una muy alta temperatura) hasta que todas las sustancias volátiles y humedad se han eliminado por completo de la muestra. El filtro de papel se quemará por completo, sin dejar rastro alguno. Finalmente, tanto el crisol como la muestra se dejan enfriar en un desecador. Tanto el crisol como la muestra se someten a otro análisis gravimétrico en una balanza y se determina el peso de ambos precisamente a temperatura ambiente (si se pesara a temperaturas altas las corrientes de aire provocadas por la convección del aire podría falsear las medidas y dar resultados poco precisos). La masa del crisol, medida con antelación, es sustraída y el resultante es la masa de la muestra una vez secada en el crisol.



Crisol tras haberse usado.



Los crisoles que poseen pequeñas perforaciones en su parte inferior (o fondo) se diseñan específicamente para ser empleados en la filtración, en especial en los análisis gravimétricos tal y como se ha descrito anteriormente, en estos casos este diseño especial se denomina *crisol gooch* en honor de su inventor: Frank Austen Gooch.

Para poder realizar medidas completamente precisas es necesario que se laven las manos y que éstas estén libre de polvo o suciedad que se pueda adherir al crisol, ya que este evento podría falsear las medidas gravimétricas. Los crisoles de porcelana son higroscópicos, es decir que absorben una cierta cantidad de humedad del aire. Por esta razón, tanto el crisol de porcelana como la muestra son pre-calentados antes de ser calibrados en peso. De esta forma se determina correctamente el peso del crisol y de la muestra sin interferencias. En algunos casos se realizan dos o varias operaciones de este tipo para saber que no hay problemas con la medida gravimétrica y que está completamente seca.

## Empleo en el análisis de cenizas

Dentro del área del análisis químico los crisoles se emplean también en el análisis cuantitativo de la medida de la masa (análisis gravimétricos) de las cenizas.

## Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Crisoles**. Commons
-  Wikcionario tiene definiciones para **crisol**. Wikcionario

# Embudo Büchner

Un **embudo Büchner** es una pieza del material de laboratorio de química utilizado para realizar filtraciones. Tradicionalmente se produce en porcelana, por lo que se lo clasifica entre el material de porcelana. Pero también hay disponibles en vidrio y plástico, a causa de su bajo costo y menor fragilidad, utilizados principalmente en escuelas secundarias.

## Diseño

Se ha atribuido erróneamente su diseño al Premio Nobel de Química, Eduard Buchner, pero actualmente se atribuye su diseño al químico industrial, Ernst Büchner.<sup>[1]</sup>

## Estructura y usos

Sobre la parte con forma de embudo hay un cilindro separado por una placa de porcelana perforada, con pequeños orificios. El material filtrante (usualmente papel de filtro) se recorta con forma circular y se coloca sobre la placa. El líquido a ser filtrado es volcado dentro del cilindro, y succionado a través de la placa cribada por una bomba de vacío creado con el efecto Venturi, mediante un kitasato y una corriente de agua.

Antes de colocar el papel de filtro debe recortarse de manera que tape los orificios de la porcelana pero sin que quede levantado por las paredes laterales. Para ello, el papel se humedece con agua destilada para fijarlo a la base. El embudo está provisto de un anillo o junta de caucho, de forma troncocónica, que encaja perfectamente en la boca de un matraz de Erlenmeyer con tubuladura lateral, llamado kitasato.<sup>[2]</sup>

Este tipo de embudo se utiliza en las filtraciones de suspensiones que contienen partículas sólidas grandes. Si se realiza con sólidos pequeños, al realizar el vacío y al ser succionado, puede pasar al kitasato. Cuando el líquido filtrado es importante y debe recogerse, es conveniente colocar una trampa entre el Erlenmeyer que recibe el filtrado y la trompa de agua o trompa de succión, porque existe el peligro de que el agua retorne y contamine el filtrado.<sup>[3]</sup>

## Referencias

- [1] Jensen, William B. (Septiembre de 2006). « The Origins of the Hirsch and Büchner Vacuum Filtration Funnels (<http://jchemed.chem.wisc.edu/hs/Journal/Issues/2006/Sep/clicSubscriber/V83N09/p1283.pdf>) » (PDF). *Journal of Chemical Education* **83** (9): pp. 1283. doi: 10.1021/ed083p1283 (<http://dx.doi.org/10.1021/ed083p1283>). .
- [2] Fundamentos de Química práctica. (<http://www.upo.es/depa/webdex/quimfis/docencia/quimbiotec/FQpractica3.pdf>) Práctica 3: Separación de fases. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla.
- [3] Práctica 7: Separación de mezclas (<http://docencia.udea.edu.co/cen/tecnicaslabquimico/02practicass/practica07.htm>). Técnicas de laboratorio químico. Universidad de Antioquia



Embudo Büchner de porcelana. Se observan los orificios de la base.



Un embudo Büchner conectado a un kitasato y a una bomba de vacío.

# Calorímetro

El **calorímetro** es un instrumento que sirve para medir las cantidades de calor suministradas o recibidas por los cuerpos. Es decir, sirve para determinar el calor específico de un cuerpo, así como para medir las cantidades de calor que liberan o absorben los cuerpos.

El tipo de calorímetro de uso más extendido consiste en un envase cerrado y perfectamente aislado con agua, un dispositivo para agitar y un termómetro. Se coloca una fuente de calor en el calorímetro, se agita el agua hasta lograr el equilibrio, y el aumento de temperatura se comprueba con el termómetro. Si se conoce la capacidad calorífica del calorímetro (que también puede medirse

utilizando una fuente corriente de calor), la cantidad de energía liberada puede calcularse fácilmente. Cuando la fuente de calor es un objeto caliente de temperatura conocida, el calor específico y el calor latente pueden ir midiéndose según se va enfriando el objeto. El calor latente, que no está relacionado con un cambio de temperatura, es la energía térmica desprendida o absorbida por una sustancia al cambiar de un estado a otro, como en el caso de líquido a sólido o viceversa. Cuando la fuente de calor es una reacción química, como sucede al quemar un combustible, las sustancias reactivas se colocan en un envase de acero pesado llamado bomba. Esta bomba se introduce en el calorímetro y la reacción se provoca por ignición, con ayuda de una chispa eléctrica.

Los calorímetros suelen incluir su equivalente, para facilitar cálculos. El equivalente en agua del calorímetro es la masa de agua que se comportaría igual que el calorímetro y que perdería igual calor en las mismas circunstancias. De esta forma, sólo hay que sumar al agua la cantidad de equivalentes.

## Dry load calorimeter

En comparación con los instrumentos posteriores la precisión era muy modesta con una incertidumbre de 2% para la versión coaxial y 1 a 2,5% para las versiones de guía de ondas. No obstante, estos diseños establecieron la dirección general para los siguientes instrumentos.

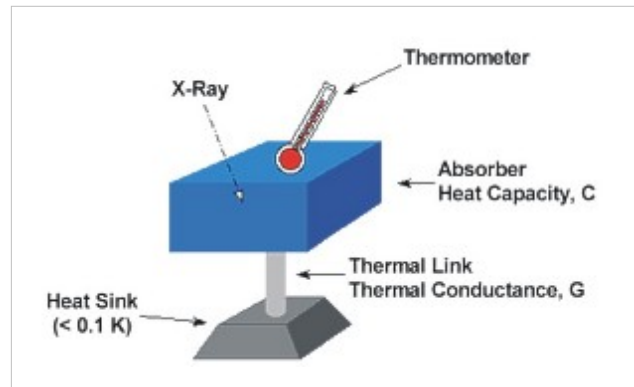
Nueva precisión en cargas y conectores desarrollados en los años 60 llevaron a una nueva generación de calorímetros coaxiales con mejor rendimiento e incertidumbre debajo de 0,5% para frecuencias mayores de los 8 GHz.

Los calorímetros operan a niveles de potencia entre 100 mW y 10 W respectivamente.

La carga de un calorímetro es un elemento crítico. Es deseable que ésta pueda ser acoplada eléctricamente y que tenga un muy pequeño error de equivalencia, que es igual a la rf disipada y a la potencia dc que pueden producir la misma lectura de temperatura.

Componentes esenciales:

- la carga donde la potencia es disipada.
- línea de transmisión aislada isotérmicamente la cual conecta la entrada a la carga.
- un sensor de temperatura.



## Funcionamiento básico

Muchos calorímetros utilizan el principio de carga dual, en el cual una absorbe mientras que la segunda actúa como temperatura de referencia.

El sensor de temperatura registra la diferencia entre las temperaturas de las dos cargas.

En teoría los efectos de las fluctuaciones de la temperatura externa se cancelan debido a la simetría, sin embargo si los alrededores no tienen una temperatura uniforme el gradiente de temperatura puede causar error.

El elemento de absorción de la carga es usualmente un thin film resistor, aunque dieléctricos de bajas pérdidas son usados para las versiones de guías de ondas. El sensor de temperatura es montado en el lado de afuera de la carga en una posición donde no es influenciado directamente por los campos electromagnéticos. Siendo ésta una de las características distintivas de un calorímetro y es esencial para su alta precisión. claro obstante

## Efecto Peltier

Consiste en que la circulación de corriente en un sentido produce un calentamiento y al circular en el otro sentido produce un enfriamiento.

## Microcalorímetro

Es el tipo de calorímetro más usado. Estrictamente hablando, no es un medidor de potencia pero es un instrumento para determinar la eficiencia efectiva de un montaje bolométrico.

Fue originalmente inventado para la calibración de metal wire bolometers, pero termistores y películas bolométricas también pueden ser calibradas por este método.

## Funcionamiento

Antes de comenzar la medición, el montaje bolométrico es insertado dentro del calorímetro, donde actúa como la carga, cuando la medición es completada el bolómetro es removido y entonces puede ser usado como una referencia calibrada.

## Procedimiento de calibración

El puente supe una dc para mantener la resistencia del elemento bolómetro a un valor especificado  $r$ . Antes de comenzar la medición  $rf$  la sensibilidad  $gI$  de la termopila es determinada ( $v/w$ ) notando la subida en voltaje de salida de la termopila cuando la dc es aplicada.

Cuando la potencia  $rf$  es aplicada, la potencia disipada en el elemento es mantenida constante por el puente, pero la potencia es disipada adicionalmente en las paredes y en cualquier otro lugar del montaje.

## Calorímetro de flujo

La potencia es medida a través del calor de un fluido que fluye a través de la carga. Una indicación de la potencia es dada por la subida en la temperatura del fluido pasando del orificio de entrada al de salida.

## Características

Las versiones de guías de ondas utilizan como fluido de trabajo agua. Mientras que el coaxial utiliza aceite y es construido para bajas frecuencias. Aire también puede ser usado, pero el uso de gases crea un problema adicional a causa del calor debido a la compresibilidad.

Los calorímetros de flujo pueden manejar mayores potencias que los tipos estáticos. Su principal aplicación es para potencias de muchos watts. Para medir las subidas de temperatura en un calorímetro usualmente se emplean termopilas, termómetros de resistencia y algunas veces termistores..

# Colorímetro

---

Un **colorímetro** es cualquier herramienta que identifica el color y el matiz para una medida más objetiva del color.

El colorímetro también es un instrumento que permite medir la absorbancia de una solución en una específica frecuencia de luz a ser determinada. Es por eso, que hacen posible descubrir la concentración de un soluto conocido que sea proporcional a la absorbancia.

Diferentes sustancias químicas absorben diferentes frecuencias de luz. Los colorímetros se basan en el principio de que la absorbancia de una sustancia es proporcional a su concentración, y es por eso que las sustancias más concentradas muestran una lectura más elevada de absorbancia. Se usa un filtro en el colorímetro para elegir el color de luz que más absorberá el soluto, para maximizar la precisión de la lectura. Note que el color de luz absorbida es lo opuesto del color del espécimen, por lo tanto un filtro azul sería apropiado para una sustancia naranja.


Los sensores miden la cantidad de luz que atravesó la solución, comparando la cantidad entrante y la lectura de la cantidad absorbida.

Se realiza una serie de soluciones de concentraciones conocidas de la sustancia química en estudio y se mide la absorbancia para cada concentración, así se obtiene una gráfica de absorbancia respecto a concentración. Por extrapolación de la absorbancia en la gráfica se puede encontrar el valor de la concentración desconocida de la muestra.

Otras aplicaciones de los colorímetros son para cualificar y corregir reacciones de color en los monitores, o para calibrar los colores de la impresión fotográfica. Los colorímetros también se utilizan en personas con déficit visual (ceguera o daltonismo), donde los nombres de los colores son anunciados en medidas de parámetros de color (por ejemplo, saturación y luminiscencia)

El color de APHA (asociación americana de la salud pública) se utiliza típicamente para caracterizar los polímeros con respecto a la amarillez de los polímeros. El color de APHA o el número de APHA refiere a un estándar del platino-cobalto. Los colorímetros se pueden calibrar según las soluciones estándar del cobalto del platino y las soluciones poliméricas se pueden comparar a los estándares para determinar el número de APHA. Cuanto más alto es el número de APHA, más el amarillo la solución polimérica. (Referencia: La medida del aspecto, del 2.o ed., por el cazador y Richard W. Harold, Wiley, 1987, P. 211 y 214 de Richard S.)

## Enlaces externos

-  Wikcionario tiene definiciones para **colorímetro**. Wikcionario Historia del colorímetro <sup>[1]</sup>

## Referencias

- [1] <http://www.uv.es/bertomeu/material/museo/instru/pdf//5.pdf>

# Espectrómetro

*Para usos acústicos de los espectrógrafos de ondas sonoras, ver más abajo.*

El **espectrómetro**, o **espectrógrafo**, es un aparato capaz de analizar el espectro característico de un movimiento ondulatorio. Se aplica a variados instrumentos que operan sobre un amplio campo de longitudes de onda.

Un **espectrómetro óptico** o **espectroscopio**, es un instrumento que sirve para medir las propiedades de la luz en una determinada porción del espectro electromagnético. La variable que se mide generalmente es la intensidad luminosa pero se puede medir también el estado de polarización electromagnética, por ejemplo. La variable independiente suele ser la longitud de onda de la luz, generalmente expresada en submúltiplos del metro, aunque alguna vez pueda ser expresada en cualquier unidad directamente proporcional a la energía del fotón, como la frecuencia o los electrón-voltios, que mantienen un relación inversa con la longitud de onda. Se utilizan espectrómetros en espectroscopia para producir líneas espectrales y medir sus longitudes de onda e intensidades.

En general, un instrumento concreto sólo operará sobre una pequeña porción de éste campo total, debido a las diferentes técnicas necesarias para medir distintas porciones del espectro. Por debajo de las frecuencias ópticas (es decir, microondas, radiofrecuencia y audio), el analizador de espectro es un dispositivo electrónico muy parecido.



## Referencias

- J. F. James and R. S. Sternberg (1969), *The Design of Optical Spectrometers* (Chapman and Hall Ltd)
- James, John (2007), *Spectrograph Design Fundamentals* (Cambridge University Press) ISBN 0-521-86463-1
- Browning, John (1882), *How to work with the spectroscope : a manual of practical manipulation with spectroscopes of all kinds* <sup>[1]</sup>
- Palmer, Christopher, *Diffraction Grating Handbook* <sup>[2]</sup>, 6<sup>a</sup> edición, Newport Corporation (2005).

## Enlaces externos

- Artículo sobre espectrómetros en Espectrometria .com <sup>[3]</sup> Publicado bajo licencia GFDL.
- Espectroscopia Astronómica <sup>[4]</sup>
- Web sobre maquinaria industrial, y equipos de laboratorio <sup>[5]</sup>
- Construcción de un espectrómetro <sup>[6]</sup> (en inglés)

## Referencias

[1] <http://www.archive.org/details/howtoworkwithspe00browrich>

[2] <http://gratings.newport.com/library/handbook/cover.asp>

[3] <http://www.espectrometria.com/espectrmetros>

[4] <http://www.oarval.org/spectroscopysp.htm>

[5] <http://www.maquinayequipos.com>

[6] [http://www.bigs.de/BLH/en/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=89&Itemid=257](http://www.bigs.de/BLH/en/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=89&Itemid=257)

# PH-metro

El **pH-metro** es un sensor utilizado en el método electroquímico para medir el pH de una disolución.

La determinación de pH consiste en medir el potencial que se desarrolla a través de una fina membrana de vidrio que separa dos soluciones con diferente concentración de protones. En consecuencia se conoce muy bien la sensibilidad y la selectividad de las membranas de vidrio frente al pH.

Una celda para la medida de pH consiste en un par de electrodos, uno de calomel ( mercurio, cloruro de mercurio) y otro de vidrio, sumergidos en la disolución de la que queremos medir el pH.

La varita de soporte del electrodo es de vidrio común y no es conductor, mientras que el bulbo sensible, que es el extremo sensible del electrodo, está formado por un vidrio polarizable (vidrio sensible de pH).

Se llena el bulbo con la solución de ácido clorhídrico 0.1M saturado con cloruro de plata. El voltaje en el interior del bulbo es constante, porque se mantiene su pH constante (pH 7) de manera que la diferencia de potencial solo depende del pH del medio externo.

El alambre que se sumerge al interior (normalmente Ag/AgCl) permite conducir este potencial hasta un amplificador.

## Mantenimiento

El electrodo de vidrio es relativamente inmune a las interferencias del color, turbidez, material coloidal, cloro libre, oxidante y reductor.

La medida se afecta cuando la superficie de la membrana de vidrio está sucia con grasa o material orgánico insoluble en agua, que le impide hacer contacto con la muestra, por lo tanto, se recomienda la limpieza escrupulosa de los electrodos.

Los electrodos tienen que ser enjuagados con agua destilada entre muestras. No se tienen que secar con un trapo, porque se podrían cargar electrostáticamente. Luego se deben colocar suavemente sobre un papel, sin pelusa, para quitar el exceso de agua.



pHmetro de laboratorio.

## Calibrado

Como los electrodos de vidrio de pH miden la concentración de  $H^+$  relativa a sus referencias, tienen que ser calibrados periódicamente para asegurar la precisión. Por eso se utilizan buffers de calibración (disoluciones reguladoras de pH conocido).

## Precauciones

- El electrodo debe mantenerse humedecido siempre.
- Se recomienda que se guarde en una solución de 4M KCl; o en un buffer de solución de pH 4 ó 7.
- No se debe guardar el electrodo en agua destilada, porque eso causaría que los iones resbalaran por el bulbo de vidrio y el electrodo se volvería inútil.

se calibra mediante soluciones estandarizadas.

## Errores que afectan a las mediciones de pH con electrodo de vidrio

- Error Alcalino: Los electrodos de vidrio ordinarios se vuelven sensibles a los materiales alcalinos con valor de pH mayores a 9.
- Error Ácido: El electrodo de vidrio típico exhibe un error, de signo opuesto al error alcalino, en soluciones de pH menor de aproximadamente 0,5. Como consecuencia, las lecturas del pH tienden a ser demasiado elevadas en esta región. La magnitud del error depende de una variedad de factores y generalmente no es muy reproducible. Las causas del error ácido no se comprenden bien.
- Deshidratación: Resultados falsos.
- Temperatura: La medición de pH varía con la temperatura, esta variación puede compensarse.

## Acondicionamiento de la señal

Electrodo Visualizador (pantalla)5555.



# RIFMA

---

**RIFMA**, acrónimo de *Roentgen Isotopic Fluorescent Method of Analysis*, método de análisis isotópico fluorescente Roentgen. Estudio químico de la superficie lunar efectuado por los laboratorios móviles soviéticos Lunahod en sus dos misiones. Se trataba de un espectrómetro situado entre las ruedas, en la parte delantera de las sondas, el cual irradiaba un haz de rayos X que interactuaba con los electrones de las rocas lunares, que a su vez respondían con otras radiaciones, y dado que cada mineral emite unas radiaciones propias, era fácil identificar las muestras.

## Densímetro

---

Un **densímetro**, es un instrumento de medición que sirve para determinar la densidad relativa de los líquidos sin necesidad de calcular antes su masa y volumen. Normalmente, está hecho de vidrio y consiste en un cilindro hueco con un bulbo pesado en su extremo para que pueda flotar en posición vertical. El término utilizado en inglés es "hydrometer"; sin embargo, en español, un hidrómetro es un instrumento muy diferente que sirve para medir el caudal, la velocidad o la fuerza de un líquido en movimiento.

Se considera a Hipatia de Alejandría como su inventora.<sup>[1]</sup>

### Modo de empleo

El densímetro se introduce gradualmente en el líquido para que flote libre y verticalmente. A continuación se observa en la escala el punto en el que la superficie del líquido toca el cilindro del densímetro. Los densímetros generalmente contienen una escala de papel dentro de ellos para que se pueda leer directamente la densidad específica.

En líquidos ligeros, como queroseno, gasolina, y alcohol, el densímetro se debe hundir más para disponer el peso del líquido que en líquidos densos como agua salada, leche, y ácidos. De hecho, es usual tener dos instrumentos distintos: uno para los líquidos en general y otro para los líquidos poco densos, teniendo como diferencia la posición de las marcas medidas.

El densímetro se utiliza también en la enología para saber en qué momento de maceración se encuentra el vino. En el caso del alcohol el que se utiliza para medir, es el alcoholímetro de Gay Lussac, con este se determina los grados Gay Lussac para determinar estos grados.



Densímetro.

## Tipos de densímetro

La forma más conocida de densímetro es la que se usa para medir la densidad de leche, llamado lactómetro, que sirve para conocer la calidad de la leche. La densidad específica de la leche de vaca varía de 1,027 hasta 1,035. Como la leche contiene otras sustancias, aparte de agua (87%), también se puede saber la densidad específica de albúmina, azúcar, sal, y otras sustancias más ligeras que el agua.

Para comprobar el estado de carga de una batería se utiliza variedad de densímetro. Está constituido por una probeta de cristal, con una prolongación abierta, para introducir por ella el líquido a medir, el cual se absorbe por el vacío y el asado interno que crea una manzana de goma situada en la parte superior de la probeta. En el interior de la misma va situada una ampolla de vidrio, cerrada y llena de aire, equilibrada con un peso a base de perdigones de plomo. La ampolla va graduada en unidades densimétricas, de 1 a 1,30.

- Lactómetro - Para medir la densidad específica y calidad de la leche.
- Sacarómetro - Para medir la cantidad de azúcar de una melaza.
- Salímetro - Para medir la densidad específica de las sales.
- Areómetro Baumé - Para medir concentraciones de disoluciones.

La escala Baumé se basa en considerar el valor de 10°Bé al agua destilada. Existen fórmulas de conversión de °Bé en densidades:

- Para líquidos mas densos que el agua:  $d = 146'3/(136'3+n)$
- Para líquidos menos densos que el agua:  $d = 146'3/(136'3-n)$ .

## Uso comercial

Puesto que el valor comercial de muchos líquidos, como soluciones de azúcar, ácido sulfúrico, alcohol, y vino, dependen directamente en la densidad específica, los densímetros se usan profusamente.

## Bibliografía

1. ISO 387:1977 Hydrometers - Principles of construction and adjustment
2. ISO 649-1:1981 Laboratory glassware -- Density hydrometers for general purposes -- Part 1: Specification
3. ISO 649-2:1981 Laboratorio glassware -- Density hydrometers for general purposes -- Part 2: Test methods and use.
4. ISO 4801:1979 Glass alcoholometers and alcohol hydrometers not incorporating a thermometer.
5. OIML R 22 Edition 1975 (E) International alcoholometric tables.
6. OIML R 44 Edition 1985 (E) Alcoholometers and alcohol hydrometers and thermometers for use in alcoholometry.
7. OIML R 86 Edition 1989 (E) Drum meters for alcohol and their supplementary devices.
8. Spieweck F., Bettin H. Review: Solid and liquid density determination. *Technisches Messen*, 1992, 59 (6), 237-244.
9. Spieweck F., Bettin H. Review: Solid and liquid density determination. *Technisches Messen*, 1992, 59 (7/8), 285-292.
10. Gupta S. *Practical Density Measurement and Hydrometry*. Institute of Physics Publishing. 2002.

## Enlaces externos

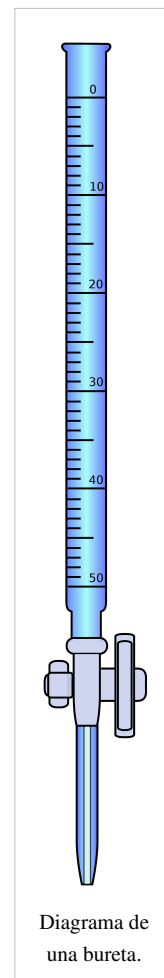
- Construcción de un densímetro <sup>[2]</sup> (28-01-09)

[1] Alic, Margaret. *El legado de Hipatia: historia de las mujeres en la ciencia desde la antigüedad hasta fines del siglo XIX* p.61 (<http://books.google.es/books?id=yFEdvT11QioC&lpg=PA61&dq=Hipatia+hidrÃ3metro&pg=PA61#v=onepage&q&f=false>)

[2] <http://centros5.pntic.mec.es/ies.victoria.kent/Rincon-C/practica2/pajita/densim/p-1.htm>

## Bureta

Las **buretas** son tubos cortos, graduados, de diámetro interno uniforme, provistas de un grifo de cierre o llave de paso en su parte inferior. Se usan para ver cantidades variables de líquidos, y por ello están graduadas con pequeñas subdivisiones (dependiendo del volumen, de décimas de mililitro o menos). Su uso principal se da en volumetrías, debido a la necesidad de medir con precisión volúmenes de líquido variables.



### Tolerancias

V (ml)	Tolerancia (ml)
10	±0,02
25	±0,03
50	±0,05

Las llaves están fabricadas con materiales como el vidrio (que es atacado por bases), y teflón, inerte, resistente y muy aconsejable para disolver sustancias orgánicas. En el caso de usar llaves de vidrio, es recomendable no usar un lubricante para asegurar un buen cierre, debido a que arruinaría la sustancia a medir. Un tipo de llave más simple es la **llave Bunsen**, que consiste simplemente en situar una perla de vidrio firmemente sujeta dentro de un tubo de goma. Al deformar el tubo mediante una llave, éste deja pasar el líquido.

Otras fuentes de error son las gotas que quedan adheridas en la parte inferior (error por defecto), pequeñas burbujas de aire situadas tras la llave (también error por defecto) y procurar que el vaciado no sea demasiado rápido, para evitar que quede líquido adherido al interior de la bureta. También es muy conveniente proteger la parte superior para evitar contaminación por polvo.

Al llegar al punto final, si queda una gota colgando del orificio de salida, es conveniente recogerla tocándola suavemente con el recipiente receptor (usualmente será un matraz), para evitar errores por defecto. Esto es debido a que una gota son aproximadamente 0,05 ml y en ocasiones en volúmenes pequeños puede suponer un error importante.

## Micropipeta

La **micropipeta** es un instrumento de laboratorio empleado para succionar y transferir pequeños volúmenes de líquidos y permitir su manejo en las distintas técnicas analíticas.

Los volúmenes captables por estos instrumentos varían según el modelo: los más habituales, denominados p20, p200 y p1000, admiten un máximo de 20, 200 y 1000  $\mu\text{l}$ , respectivamente.

Es de destacar que el uso de micropipetas permite emplear distintos líquidos sin tener que lavar el aparato: para ello, se emplean **puntas** desechables, de plástico, que habitualmente son estériles. Existen varios tipos de puntas: por ejemplo, las amarillas para pipetear volúmenes pequeños (por ejemplo, 10  $\mu\text{l}$ ), y las azules para pipetear volúmenes grandes (por ejemplo, 800  $\mu\text{l}$ ).

### Tipos

Existen micropipetas manuales, en las que el volumen a aspirar se fija girando un botón en su parte superior que está conectado a un sistema analógico de confirmación de volumen, y automáticas, en las cuales dicho sistema es digital.

Hay micropipetas simples, que sólo acogen una punta cada vez, y multicanales, que permiten incorporar múltiples puntas (por ejemplo, ocho), absorbiendo el mismo volumen en todas ellas.



Diferentes tipos de micropipetas. Los ejemplares de la derecha son multicanales, de múltiples puntas.

# Cámara infrarroja

Una **cámara infrarroja** o **cámara térmica** es un dispositivo capaz de formar imágenes visibles a partir de las emisiones en el infrarrojo medio del espectro electromagnético emitida de los cuerpos detectados y que la transforma en imágenes luminosas para ser visualizada por el ojo humano

Estas cámaras operan, más concretamente, con longitudes de onda en la zona del infrarrojo térmico, que se considera entre 3  $\mu\text{m}$  y 14  $\mu\text{m}$ .

Todos los cuerpos emiten cierta cantidad de radiación de cuerpo negro (en forma infrarroja) en función de su temperatura. Generalmente, los objetos con mayor temperatura emiten más radiación infrarroja que los que poseen menor temperatura.

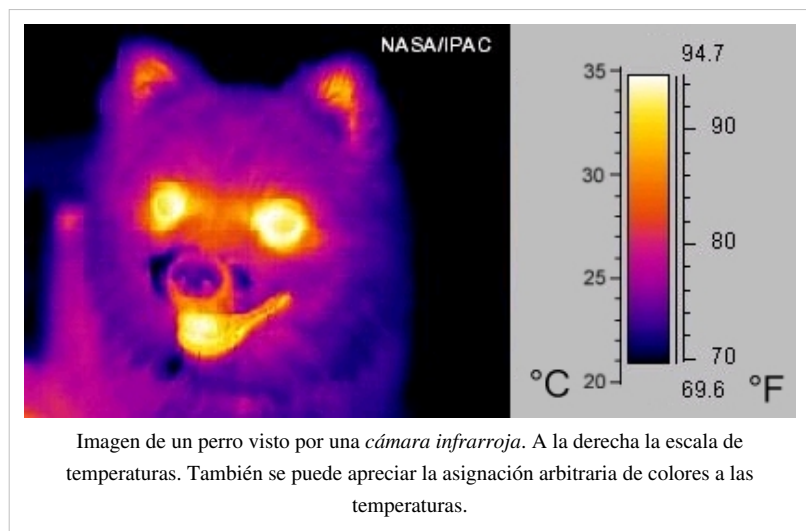
Las imágenes visualizan en una pantalla, y tienden a ser monocromáticas, porque se utiliza un sólo tipo de sensor que percibe una particular longitud de onda infrarroja. Muestran las áreas más calientes de un cuerpo en blanco y las menos en negro, y con matices grises los grados de temperatura intermedios entre los límites térmicos.

Sin embargo, existen otras cámaras infrarrojas que se usan exclusivamente para medir temperaturas y procesan las imágenes para que se muestren coloreadas, porque son más fáciles de interpretar con la vista. Pero esos colores no corresponden a la radiación infrarroja percibida, sino que la cámara los asigna arbitrariamente, de acuerdo al rango de intensidad de particular longitud de onda infrarroja, por eso se llaman *falsos colores*.

Esos falsos colores tienen entre varias aplicaciones las cartográficas, pues describen las diferentes alturas del relieve de un mapa: De color azul las partes más frías que comúnmente son las más altas y de color rojo las más calientes que son las más bajas, las partes intermedias en altura, y por tanto en temperatura, en otros colores como el amarillo y el anaranjado.

Otras aplicaciones generales de las cámaras infrarrojas son: Ver en las tinieblas, a través del humo o debajo del suelo.

Se han ingeniado maneras para evitar la detección de cámaras infrarrojas, pero no son eficientes. Vestirse con ropa aislante térmica, oculta temporalmente de la cámara, por que la ropa se calienta gradualmente a la temperatura del entorno y se vuelve detectable. Envolverse en papel aluminio y vestir prendas mojadas no oculta de las cámaras potentes, sólo confunde las lecturas percibidas.



## Tipos

### Refrigeradas

Emplean semiconductores exóticos, que se encuentran al vacío y refrigerados, lo que incrementa su sensibilidad. Los materiales más comunes son el telururo de cadmio y mercurio (CdHgTe o CMT -siglas en inglés-) y el antimoniuro de indio (InSb). También se pueden realizar detectores sensibles al infrarrojo con elementos del tipo pozo cuántico.

Se emplean enfriando a temperaturas del rango de 4 K hasta 110 K, siendo 80K el más común; sin esta refrigeración el propio ruido térmico del sensor es superior a la señal detectada.

### No refrigeradas

Funcionan a temperatura ambiente; se sacrifican prestaciones para obtener equipos más baratos y de menor consumo. Los materiales más usados son silicio amorfo y óxidos de vanadio.

## Aplicaciones de las cámaras térmicas

Originalmente fueron desarrolladas para uso militar en la guerra de Corea. Las cámaras fueron migrando de forma paulatina a otros campos tales como medicina o arqueología. Más recientemente, avances ópticos y el empleo de sofisticados interfaces de software han mejorado la versatilidad de este tipo de cámaras, por ejemplo puede conocerse la temperatura corporal al instante, la cámara puede verificar si la temperatura es superior a la normal y se dispara una alarma sonora para que se identifique a la persona.

Las aplicaciones incluyen:

- militares y policiales para detección de objetivos y adquisición de datos;
- seguridad y antiterrorismo;
- mantenimiento predictivo (detección temprana de fallos tanto mecánicos como eléctricos);
- control de procesos;
- detección o análisis de incendios;
- industria automotriz;
- inspección de suelos;
- auditoría de aislantes acústicos;
- inspección de muros;
- medicina y diagnóstico;
- análisis no destructivos;
- test de calidad en entornos de producción;
- detección de polución;
- detección de temperatura corporal, por ejemplo para la detección de gripe A.

## Especificaciones

Las especificaciones de los sensores de infrarrojos incluyen:

- número de píxels;
  - sensibilidad espectral;
  - vida útil del sensor;
  - MRTD;
  - campo de visión;
  - rango dinámico;
  - potencia de entrada;
  - masa y volumen.
-

## Clasificación

### Cámaras infrarrojas con detectores criogenizados

Los detectores están contenidos en un estuche sellado al vacío y enfriado muchos grados bajo cero Celsius por un voluminoso y costoso equipo criogénico. Esto aumenta enormemente su sensibilidad con respecto a los *detectores al ambiente*, debido a su gran diferencia de temperatura con respecto al cuerpo emisor detectado. Si el detector no fuera enfriado criogénicamente, la temperatura ambiental del detector interferiría las lecturas de temperatura recibidas por el detector. La desventaja de los detectores criogenizados son:

- Su alto consumo de energía para enfriar.
- El alto costo para fabricar y sellar al vacío los estuches.
- Varios minutos para enfriar el sensor del detector a la temperatura óptima de operación.

### Cámaras infrarrojas con detectores al ambiente

Éstos operan a la temperatura ambiental. Los más modernos usan sensores que funcionan cambiando las propiedades eléctricas del material del cuerpo emisor. Estos cambios (de corriente, voltaje o resistencia) son medidos y comparados a los valores de temperatura de operación del sensor. Los sensores pueden estabilizarse a una temperatura de operación, por arriba de los cero celsius, para reducir las interferencias de percepción de imagen, y es por eso que no requiere equipos de enfriamiento. Las ventajas de estos detectores son:

- Su menor costo con respecto a los criogenizados.
- Menor tamaño.

Pero sus desventajas:

- Mucho menos sensibilidad y menos resolución que los criogenizados.

### Cámaras infrarrojas activas

Emiten radiación infrarroja con un reflector integrado a la cámara o ubicado en otro sitio. El haz infrarrojo ilumina el cuerpo detectado; y el alumbramiento es emitido por el cuerpo para ser percibido por la cámara e interpretado en una imagen monocromática.

El reflector tiene un filtro para prevenir que la cámara sea interferida por la observación de la luz visible. Si el reflector tiene mayor alcance mayor será el tamaño y el peso de su filtro y, mayor será el tamaño de la batería por que aumenta su consumo de energía. Por eso la mayoría de las cámaras activas portátiles tienen un reflector con alcance de 100 metros, pero algunos fabricantes exageran el alcance de las cámaras a varios cientos de metros.

### Cámaras infrarrojas pasivas

También se llaman *cámaras termográficas*. Carecen de reflectores, y perciben la radiación infrarroja tal cual emitida por un cuerpo. No miran cuerpos a la misma temperatura del detector, por eso se enfrían criogénicamente a temperaturas de -200 °C. Algunas de estas cámaras pueden tener sensibilidad a temperaturas de 0,01 °C.

Estas cámaras se usan para rastrear gente en áreas donde es difícil verlos (tinieblas, humo o niebla), encontrar rastros recientes de alguien que ha dejado un lugar, seguir un coche en particular, ver rastros de humedad en ciertas superficies.

## Características

- Alta Resolución de temperaturas, consecuentemente termogramas muy contrastados.
- Fácil manejo, con el software integrado
- Escala de temperatura lineal
- Visualización de imagen rápida
- Control de cámara a largas distancias vía interfaz Ethernet
- Portátil y operación independiente con acumulador de Li-ION intercambiable

## Especificaciones técnicas

- Tipo de Detector : HgCdTe
- Distancia al objeto: de 0,2 m a infinito
- 240 líneas por imagen
- Conversión A/D: 16 bit
- Pantalla 4 pulgadas incorporada
- Dimensiones: 240 x 192 x 200 mm
- Zoom electro óptico de 6:1
- Salida de video, RGB-PAL-NTSC

## Ejemplos

- Modelo: XEVA-320
- Sensor: InGaAs refrigerado
- Resolución: 320 x 256
- Tamaño Píxel: 30 micras
- Relación S/N: 69 db
- Longitud de onda: estándar (0,9 a 1,7  $\mu\text{m}$ ), Extendido (0,9 a 2,5  $\mu\text{m}$ )
- Velocidad de captura: 60, 100, o 350 img/seg (según modelo)
- Salida Digital: USB2.0 o CámaraLink (Salida PAL análoga opcional)
- Sistema de refrigeración: TE1: 263 K, TE3: 223 K
- Salida datos: 12 o 14 bits
- Incluye Trigger
- Regiones de interés: hasta  $8 \times 32$
- Tiempo exposición de 1  $\mu\text{s}$  a 5 min
- Tamaño:  $100 \times 100 \times 100$  mm
- Peso: 300 g



# Termómetro de máximas y mínimas

---

Los **termómetros meteorológicos** son termómetros usados en meteorología para detectar la temperatura más alta y más baja del día.

## Termómetro de máxima

Registra la temperatura más alta del día.

### Descripción

Es un termómetro de mercurio que tiene un estrechamiento del capilar cerca del bulbo o depósito. Cuando la temperatura sube, la dilatación de todo el mercurio del bulbo vence la resistencia opuesta por el estrechamiento, mientras que cuando la temperatura baja y la masa de mercurio se contrae, la columna se rompe por el estrechamiento y su extremo libre queda marcando la temperatura máxima. La escala tiene una división de 0,5 °C y el alcance de la misma es de -31,5 a 51,5 °C.

### Instalación y medición

Se coloca dentro del abrigo meteorológico en un soporte adecuado, con su bulbo inclinado hacia abajo formando un ángulo de 2° con la horizontal. Luego de la lectura, para volver a ponerlo a punto se debe sujetar firmemente por la parte contraria al depósito y sacudirlo con el brazo extendido (maniobra similar a la realizada para bajar la temperatura de un termómetro clínico))

## Termómetro de mínima

Registra la temperatura más baja del día.

### Instalación y medición

Es un instrumento de alcohol en un tubo de vidrio. El bulbo generalmente es en forma de horquilla para aumentar la superficie de exposición y con ello, la sensibilidad. En su tubo, (no capilar) se halla colocado un índice esmaltado que se desliza dentro del tubo con facilidad. Su funcionamiento está relacionado con la propiedad del alcohol de ser un líquido que moja las paredes del contenedor formando un menisco cóncavo en el extremo de la columna. Este menisco permite la introducción del citado índice en su seno a la vez que ejerce una cierta tensión superficial. Por eso, al descender la temperatura, el índice es arrastrado por acción de la tensión superficial que se ejerce en el menisco. En cambio, cuando la temperatura asciende, el índice queda inmóvil porque sobre él ya no actúa dicha tensión.

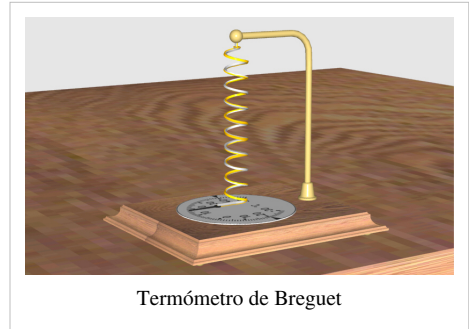
### Puesta en estación

Con un termómetro de mínima se puede medir T° mínima y T° actual. La puesta en estación de este termómetro se logra igualando la marca del índice esmaltado con la temperatura actual y esto se hace alzando el depósito de alcohol para que el índice caiga por gravedad hasta la marca de la temperatura actual, luego se devuelve al termómetro a su posición normal (horizontal).

# Termómetro de Breguet

**Termómetro de Breguet** es un sencillo dispositivo, el cual lleva el nombre de su creador, Abraham Louis Breguet (1747 – 1823), logró construir el primer prototipo de un termómetro trimetálico, puesto que en este caso utilizó una cinta metálica AB, compuesta de plata, oro y platino, soldados entre sí, y arrollada en espiral o helicoidal, con un extremo fijo A y un extremo libre B en donde estaba ubicada la aguja indicadora sobre un escala graduada.

La cinta trimetálica, donde la plata, con un coeficiente de dilatación mayor a los otros dos materiales, esta por fuera de la cinta provocando que la espiral tienda a girar cuando la temperatura sube, y gira en sentido contrario cuando la temperatura baja, dando indicación sobre la escala graduada. Este termómetro de gran sensibilidad se calibraba originalmente con un termómetro de mercurio.



Termómetro de Breguet

## Bibliografía relacionada

- *Física (gravedad, calor, electricidad, acústica, óptica)*, de J. Langlebert (edición 1915) tarados

## Enlaces externos

- Sitio oficial <sup>[1]</sup>

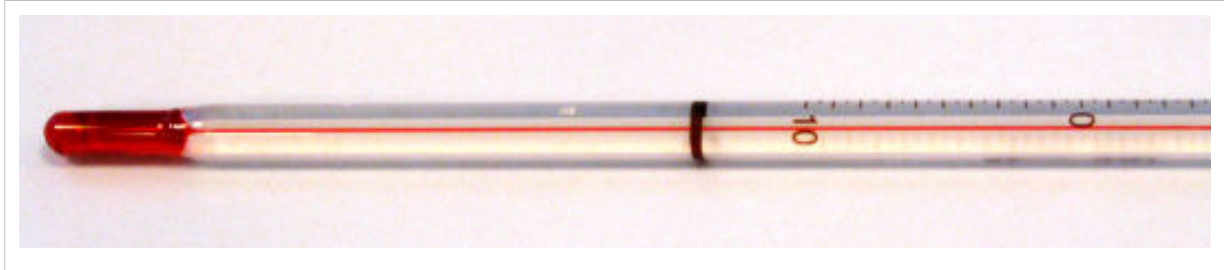
## Referencias

[1] <http://www.breguet.com>

# Termómetro de alcohol

---

El **termómetro de alcohol** es un tubo capilar de vidrio de un diámetro interior muy pequeño (casi como el de un cabello), que cuenta con paredes gruesas; en uno de sus extremos se encuentra una dilatación, llamada bulbo, que está llena de alcohol.



El alcohol es una sustancia que se dilata o contrae y, por lo tanto, sube o baja dentro del tubo capilar con los cambios de temperatura. En el tubo capilar se establece una escala que marca exactamente la temperatura en ese momento.

El termómetro de alcohol fue el primero que se creó, y mide la temperatura de manera efectiva. Es más fiable que el termómetro de mercurio, que se utiliza frecuentemente.

Los termómetros de alcohol sirven para tomar la temperatura del ambiente: se usa en todo tipo de ambiente, pero no en personas.

# Termómetro de bulbo

---

Un **termómetro de bulbo** es el tipo de termómetro que generalmente se utiliza para medir la temperatura de una sustancia u objeto, y contiene usualmente mercurio o alcohol coloreado en el bulbo (reservorio) en el extremo del termómetro, aunque gradualmente está siendo reemplazado por termómetros que operan en forma electrónica. Normalmente se conoce como termómetro de mercurio o de alcohol, sin más referencia al bulbo. Normalmente no se utiliza la expresión "termómetro de bulbo" en forma aislada, pero es común para describir los termómetros de bulbo húmedo o la temperatura de bulbo seco.

No debe confundirse con el termómetro de globo, dado que en este último el intercambio térmico con el medio ambiente se efectúa por radiación, mientras que en el termómetro de bulbo, se efectúa por convección (en gases o líquidos) o conducción (en líquidos o sólidos), y miden parámetros muy distintos del ambiente o lugar donde están ubicados.

# Pirómetro

Un **pirómetro**, dispositivo capaz de medir la temperatura de una sustancia sin necesidad de estar en contacto con ella. El término se suele aplicar a aquellos instrumentos capaces de medir temperaturas superiores a los 600 grados celsius. El rango de temperatura de un pirómetro se encuentra entre -50 grados celsius hasta +4000 grados celsius. Una aplicación típica es la medida de la temperatura de metales incandescentes en molinos de acero o fundiciones.

## Inventor

Es difícil establecer el inventor del pirómetro. Pieter van Musschenbroek y Josiah Wedgwood encontraron algo al respecto, que en su tiempo era llamado pirómetro. De todas formas ese aparato no tiene punto de comparación con los pirómetros actuales



## Principio básico

Cualquier objeto con una temperatura superior a los 0 Kelvin emite radiación térmica. Esta radiación será captada y evaluada por el pirómetro. Cuando el objeto de medida tiene una temperatura inferior al pirómetro, es negativo el flujo de radiación. De todas formas se puede medir la temperatura.

Uno de los pirómetros más comunes es el *pirómetro de absorción-emisión*, que se utiliza para determinar la temperatura de gases a partir de la medición de la radiación emitida por una fuente de referencia calibrada, antes y después de que esta radiación haya pasado a través del gas y haya sido parcialmente absorbida por éste. Ambas medidas se hacen en el mismo intervalo de las longitudes de onda.

Para medir la temperatura de un metal incandescente, se observa éste a través del pirómetro, y se gira un anillo para ajustar la temperatura de un filamento incandescente proyectado en el campo de visión. Cuando el color del filamento es idéntico al del metal, se puede leer la temperatura en una escala según el ajuste del color del filamento.

## Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Pirómetros**. Commons
-  Wikcionario tiene definiciones para **pirómetro**. Wikcionario



Un pirómetro óptico.

# Termómetro de bulbo húmedo

---

El **termómetro de bulbo húmedo** es un termómetro de mercurio que tiene el bulbo envuelto en un paño de algodón empapado de agua. Al proporcionarle una corriente de aire, el agua se evapora más o menos rápidamente dependiendo de la humedad relativa del ambiente, enfriándose más cuanto menor sea ésta, debido al calor latente de evaporación del agua.

Se emplea históricamente en las estaciones meteorológicas para calcular la humedad relativa del aire y la temperatura de rocío, a través de fórmulas matemáticas o gráficos/cartas psicrométricas, utilizando como datos la temperatura de bulbo húmedo y de bulbo seco (esta última es la temperatura medida con un termómetro común en el aire). Ambos termómetros típicamente están montados sobre un soporte, a distancias estandarizadas, formando el instrumento llamado psicrómetro.<sup>[1]</sup> La misma información, con distinta precisión, puede obtenerse con un higrómetro.

Puede también utilizarse para valorar el influjo de la humedad ambiente sobre la comodidad de los usuarios de locales (más exactamente: a través de la sensación térmica).

La corriente de aire puede darse mediante un pequeño ventilador o poniendo el termómetro en una especie de carraca para darle vueltas.

## Referencias

[1] Biblioteca on-line Servicio Meteorológico Nacional de Argentina | <http://www.smn.gov.ar/?mod=biblioteca&id=11>

---

# Psicrómetro



Psicrómetro de Asmann de circulación forzada.

Un **psicrómetro** es un aparato utilizado en meteorología para medir la humedad o contenido de vapor de agua en el aire, distinto a los higrómetros corrientes. Los psicrómetros constan de un termómetro de bulbo húmedo y un termómetro de bulbo seco. La humedad puede medirse a partir de la diferencia de temperatura entre ambos aparatos. El húmedo medirá una temperatura inferior producida por la evaporación de agua. Es importante para su correcto funcionamiento que el psicrómetro se instale aislado de vientos fuertes y de la luz solar directa.

## Véase además


- Temperatura radiante
- Temperatura de bulbo húmedo
- Temperatura de bulbo seco
- Estación meteorológica
- Termopar
- Pirómetro
- Temperatura

- Kelvin
- Grado Celsius



Psicrómetro giratorio, también llamado de honda o de eslinga.

## Enlaces externos

- Psicrómetro <sup>[1]</sup>
-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Psicrómetro** Commons.

## Referencias

[1] <http://www.meteobadaluona.com/index.php/pg.44.484.html>

# Termómetro de mercurio

---

Un **termómetro de mercurio** es un tipo de termómetro que generalmente se utiliza para medir las temperaturas del material seleccionado . El mercurio de este tipo de termómetro se encuentra en un bulbo reflejante y generalmente de color blanco brillante, con lo que se evita la absorción de la radiación del ambiente. Es decir, este termómetro toma la temperatura real del aire sin que la medición de ésta se vea afectada por cualquier objeto del entorno que irradie calor.

Alrededor del año 1714 fue Daniel Gabriel Fahrenheit quien creó el termómetro de mercurio con bulbo, formado por un capilar de vidrio de diámetro uniforme comunicado por su extremo con una ampolla llena de mercurio. El conjunto está sellado, y cuando la temperatura aumenta, el mercurio se dilata y asciende por el capilar. En 1724 Fahrenheit finalizó su escala termométrica, la cual quedó plasmada en sus *Philosophical Transactions* (Londres, 33, 78, 1724).

# Termómetro de resistencia

---

Los **termómetros de resistencia** o **termómetros a resistencia** son transductores de temperatura, los cuales se basan en la dependencia de la resistencia eléctrica de un material con la temperatura, es decir, son capaces de transformar una variación de temperatura en una variación de resistencia eléctrica.

## Historia

Ya en 1821 Sir Humphry Davy había observado que la resistencia eléctrica de los materiales variaba al variar su temperatura, pero no fue hasta 1871 que William Siemens propuso la utilización del platino como termómetro basándose en éste efecto. Los métodos de construcción para estos termómetros fueron establecidos entre 1885 y 1900.

## Generalidades

Los materiales más usados como termómetros a resistencia son el platino, el cobre y el tungsteno. El platino tiene la particularidad de tener una relación resistencia-temperatura sumamente lineal, por lo cual es el material más utilizado y generalmente se le denominan a estos termómetros IPRT (*Industrial Platinum Resistance Thermometer*) o RTD (*Resistance Temperature Detector*). El platino tiene las ventajas de:

- Ser químicamente inerte
  - Tiene un elevado punto de fusión (2041,4 K)
  - Como ya hemos dicho, tiene una alta linealidad
  - Puede ser obtenido con un alto grado de pureza.
-

# Termómetro

El **termómetro** (del griego *θερμός* (*thermo*) el cuál significa "caliente" y *metro*, "medir") es un instrumento de medición de temperatura. Desde su invención ha evolucionado mucho, principalmente a partir del desarrollo de los termómetros electrónicos digitales.

Inicialmente se fabricaron aprovechando el fenómeno de la dilatación, por lo que se prefería el uso de materiales con elevado coeficiente de dilatación, de modo que, al aumentar la temperatura, su estiramiento era fácilmente visible. El metal base que se utilizaba en este tipo de termómetros ha sido el mercurio, encerrado en un tubo de vidrio que incorporaba una escala graduada.

El creador del primer termoscopio fue Galileo Galilei; éste podría considerarse el predecesor del termómetro. Consistía en un tubo de vidrio terminado en una esfera cerrada; el extremo abierto se sumergía boca abajo dentro de una mezcla de alcohol y agua, mientras la esfera quedaba en la parte superior. Al calentar el líquido, éste subía por el tubo.

La incorporación, entre 1611 y 1613, de una escala numérica al instrumento de Galileo se atribuye tanto a Francesco Sagredo<sup>[1]</sup> como a Santorio Santorio,<sup>[2]</sup> aunque es aceptada la autoría de éste último en la aparición del termómetro.

En España se prohibió la fabricación de termómetros de mercurio en julio de 2007, por su efecto contaminante.

En Argentina y Ecuador, los termómetros de mercurio siguen siendo ampliamente utilizados por la población. No así en hospitales y centros de salud donde por regla general se utilizan termómetros digitales.

## Escalas de temperatura

La escala más usada en la mayoría de los países del mundo es la *centígrada* (°C), también llamada Celsius desde 1948, en honor a Anders Celsius (1701-1744). En esta escala, el cero (0 °C) y los cien (100 °C) grados corresponden respectivamente a los puntos de congelación y de ebullición del agua, ambos a la presión de 1 atmósfera.

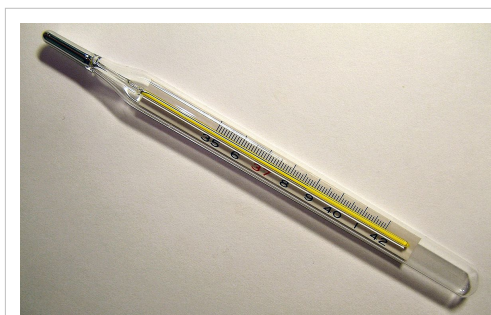
Otras escalas termométricas son:

- Fahrenheit (°F), propuesta por Daniel Gabriel Fahrenheit en la revista *Philosophical Transactions* (Londres, 33, 78, 1724). El grado Fahrenheit es la unidad de temperatura en el sistema anglosajón de unidades, utilizado principalmente en Estados Unidos.

Su relación con la escala Celsius es:  $^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times 9/5 + 32$  ;  $^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$

- Réaumur (°R), actualmente en desuso. Se debe a René-Antoine Ferchault de Réaumur (1683-1757).

Su relación con la escala Celsius es:  $^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{C} \times 4/5$  ;  $^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{R} \times 5/4$



Termómetro clínico de cristal.



Termómetro clínico digital.



Un termógrafo, este aparato es capaz de medir y registrar las variaciones de temperatura.



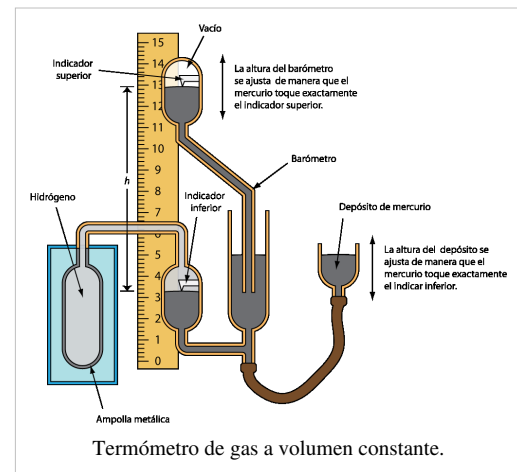
- Kelvin ( $T_K$ ) o *temperatura absoluta*, es la escala de temperatura del Sistema Internacional de Unidades. Aunque la magnitud de una unidad Kelvin (K) coincide con un grado Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), el cero absoluto se encuentra a  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  y es inalcanzable según el tercer principio de la termodinámica. Su relación con la escala Celsius es:  $T_K = ^{\circ}\text{C} + 273,15$

## Tipos de termómetros

- **Termómetro de mercurio:** es un tubo de vidrio sellado que contiene mercurio, cuyo volumen cambia con la temperatura de manera uniforme. Este cambio de volumen se visualiza en una escala graduada. El termómetro de mercurio fue inventado por Fahrenheit en el año 1714.
- **Pirómetros:** termómetros para altas temperaturas, son utilizados en fundiciones, fábricas de vidrio, hornos para cocción de cerámica etc.. Existen varios tipos según su principio de funcionamiento:<sup>[3]</sup>
  - Pirómetro óptico: se fundamentan en la ley de Wien de distribución de la radiación térmica, según la cual, el color de la radiación varía con la temperatura. El color de la radiación de la superficie a medir se compara con el color emitido por un filamento que se ajusta con un reostato calibrado. Se utilizan para medir temperaturas elevadas, desde  $700\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta  $3.200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a las cuales se irradia suficiente energía en el espectro visible para permitir la medición óptica.
  - Pirómetro de radiación total: se fundamentan en la ley de Stefan-Boltzmann, según la cual, la intensidad de energía emitida por un cuerpo negro es proporcional a la cuarta potencia de su temperatura absoluta.
  - Pirómetro de infrarrojos: captan la radiación infrarroja, filtrada por una lente, mediante un sensor fotorresistivo, dando lugar a una corriente eléctrica a partir de la cual un circuito electrónico calcula la temperatura. Pueden medir desde temperaturas inferiores a  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta valores superiores a  $2.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  - Pirómetro fotoeléctrico: se basan en el efecto fotoeléctrico, por el cual se liberan electrones de semiconductores cristalinos cuando incide sobre ellos la radiación térmica.
- **Termómetro de lámina bimetálica:** Formado por dos láminas de metales de coeficientes de dilatación muy distintos y arrollados dejando el coeficiente más alto en el interior. Se utiliza sobre todo como sensor de temperatura en el termohigrógrafo.
- **Termómetro de gas:** Pueden ser a presión constante o a volumen constante. Este tipo de termómetros son muy exactos y generalmente son utilizados para la calibración de otros termómetros.
- **Termómetro de resistencia:** consiste en un alambre de algún metal (como el platino) cuya resistencia eléctrica cambia cuando varía la temperatura.
- **Termopar:** un termopar o termocupla es un dispositivo utilizado para medir temperaturas basado en la fuerza electromotriz que se genera al calentar la soldadura de dos metales distintos.
- **Termistor:** es un dispositivo que varía su resistencia eléctrica en función de la temperatura. Algunos termómetros hacen uso de circuitos integrados que contienen un termistor, como el LM35.



Termómetro digital de exteriores.



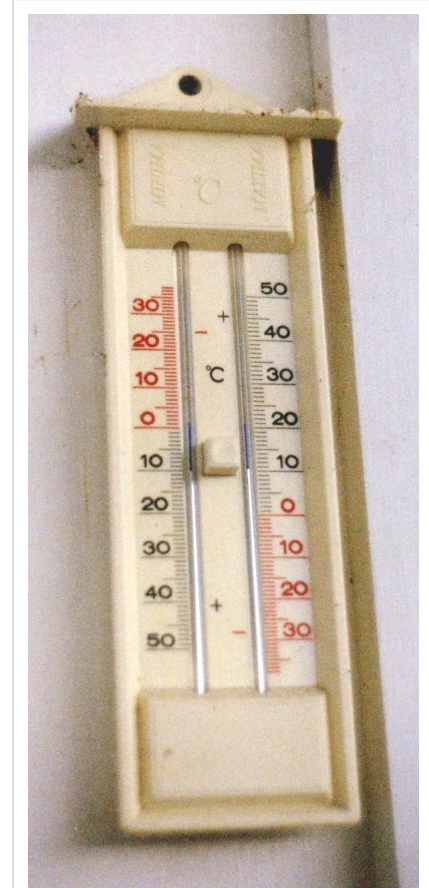
Termómetro de gas a volumen constante.

- **Termómetros digitales:** son aquellos que, valiéndose de dispositivos transductores como los mencionados, utilizan luego circuitos electrónicos para convertir en números las pequeñas variaciones de tensión obtenidas, mostrando finalmente la temperatura en un visualizador.

## Termómetros especiales

Para medir ciertos parámetros se emplean termómetros modificados, tales como los siguientes:

- El **termómetro de globo**, para medir la temperatura radiante. Consiste en un termómetro de mercurio que tiene el bulbo dentro de una esfera de metal hueca, pintada de negro de humo. La esfera absorbe radiación de los objetos del entorno más calientes que el aire y emite radiación hacia los más fríos, dando como resultado una medición que tiene en cuenta la radiación. Se utiliza para comprobar las condiciones de comodidad de las personas.
- El **termómetro de bulbo húmedo**, para medir el flujo de la humedad en la sensación térmica. Junto con un termómetro ordinario forma un psicrómetro, que sirve para medir humedad relativa, tensión de vapor y punto de rocío. Se llama de bulbo húmedo porque de su bulbo o depósito parte una muselina de algodón que lo comunica con un depósito de agua. Este depósito se coloca al lado y más bajo que el bulbo, de forma que por capilaridad está continuamente mojado.
- El **termómetro de máximas y mínimas** es utilizado en meteorología para saber la temperatura más alta y la más baja del día, y consiste en dos instrumentos montados en un solo aparato. También existen termómetros individuales de máxima o de mínima para usos especiales o de laboratorio.



Termómetro de máxima y mínima.

## Termógrafo

El termógrafo es un termómetro acoplado a un dispositivo capaz de registrar la temperatura, gráfica o digitalmente, medida en forma continua o a intervalos de tiempo determinados.

## Los termómetros a través del tiempo


La siguiente cronología muestra los avances en las tecnologías de medición de temperatura:

- 1592: Galileo Galilei construye el termoscopio, que utiliza la contracción del aire al enfriarse para hacer ascender agua por un tubo.
- 1612: Santorre Santorio da un uso médico al termómetro.
- 1714: Daniel Gabriel Fahrenheit inventa el termómetro de mercurio
- 1821: T.J. Seebeck inventa el termopar.
- 1864: Henri Becquerel sugiere un pirómetro óptico.
- 1885: Calender-Van Duesen inventa el sensor de temperatura de resistencia de platino.
- 1892: Henri-Louis Le Châtelier construye el primer pirómetro óptico.

## Referencias

- [1] J. E. Drinkwater (1832)*Life of Galileo Galilei* pág 41
- [2] The Galileo Project: Santorio Santorio (<http://galileo.rice.edu/sci/santorio.html>)
- [3] Creus Solé, Antonio (2005), *Instrumentación industrial* (<http://books.google.com/books?id=cV6ZOqQ0ywMC&hl=es>). Marcombo. ISBN 84-267-1361-0. Págs. 283-296.

## Enlaces externos

-  Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Termómetro**Commons.
- Los tipos de termómetros y su historia (<http://www.delhospital.com/termometros.htm>)

# Termistor

Un **termistor** es un sensor resistivo de temperatura. Su funcionamiento se basa en la variación de la resistividad que presenta un semiconductor con la temperatura. El término termistor proviene de **Thermally Sensitive Resistor**. Existen dos tipos de termistor:

- NTC (Negative Temperature Coefficient) – coeficiente de temperatura negativo
- PTC (Positive Temperature Coefficient) – coeficiente de temperatura positivo

Son elementos PTC los que la resistencia aumenta cuando aumenta la temperatura, y elementos NTC los que la resistencia disminuye cuando aumenta la temperatura.

## Introducción

Su funcionamiento se basa en la variación de la resistencia de un semiconductor con la temperatura, debido a la variación de la concentración de portadores. Para los termistores NTC, al aumentar la temperatura, aumentará también la concentración de portadores, por lo que la resistencia será menor, de ahí que el coeficiente sea negativo. Para los termistores PTC, en el caso de un semiconductor con un dopado muy intenso, éste adquirirá propiedades metálicas, tomando un coeficiente positivo en un margen de temperatura limitado. Usualmente, los termistores se fabrican a partir de óxidos semiconductores, tales como el óxido férrico, el óxido de níquel, o el óxido de cobalto.

Sin embargo, a diferencia de los sensores RTD, la variación de la resistencia con la temperatura es no lineal. Para un termistor NTC, la característica es hiperbólica. Para pequeños incrementos de temperatura, se darán grandes incrementos de resistencia. Por ejemplo, el siguiente modelo caracteriza la relación entre la temperatura y la resistencia mediante dos parámetros:

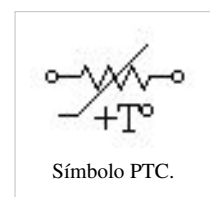
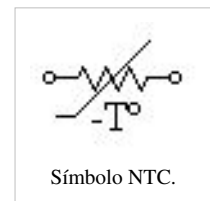
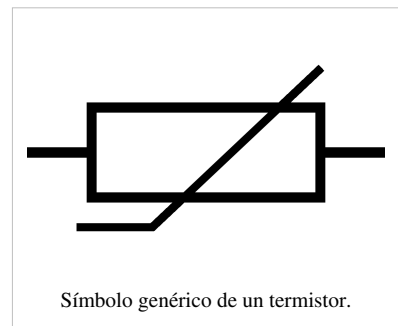
$$R_T = A \cdot e^{\frac{B}{T}}$$

con

$$A = R_0 \cdot e^{\frac{-B}{T_0}}$$

donde:

- $R_T$  es la resistencia del termistor NTC a la temperatura  $T$  (K)



- $R_0$  es la resistencia del termistor NTC a la temperatura de referencia  $T_0(K)$
- $B$  es la temperatura característica del material, entre 2000 K y 5000 K.

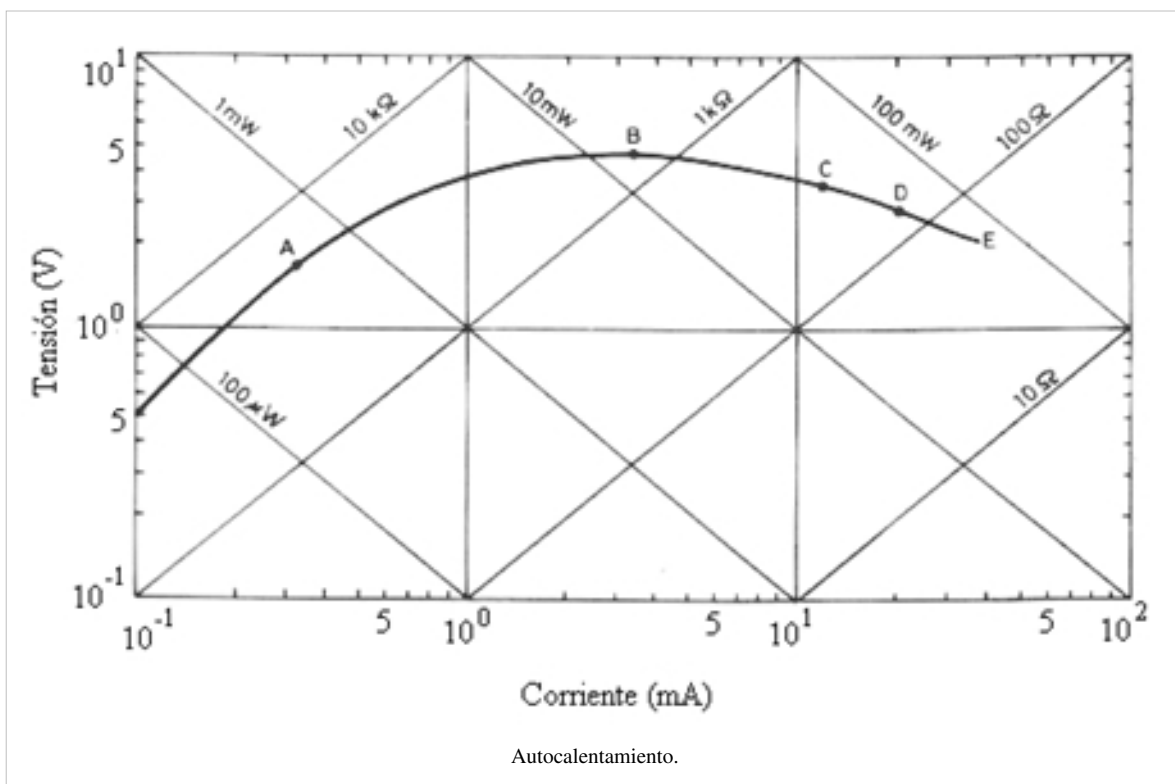
Por analogía a los sensores RTD, podría definirse un coeficiente de temperatura equivalente  $\alpha$ , que para el modelo de dos parámetros quedaría:

$$\alpha = \frac{1}{R_T} \cdot \frac{dR_T}{dT} = -\frac{B}{T^2}$$

Puede observarse como el valor de este coeficiente varía con la temperatura. Por ejemplo, para un termistor NTC con  $B = 4000 K$  y  $T = 25^\circ C$ , se tendrá un coeficiente equivalente  $\alpha = -0.045 K^{-1}$ , que será diez veces superior a la sensibilidad de un sensor Pt100 con  $\alpha = 0.00385 K^{-1}$ .

El error de este modelo en el margen de 0 a 50 °C es del orden de  $\pm 0.5^\circ C$ . Existen modelos más sofisticados con más parámetros que dan un error de aproximación aún menor.

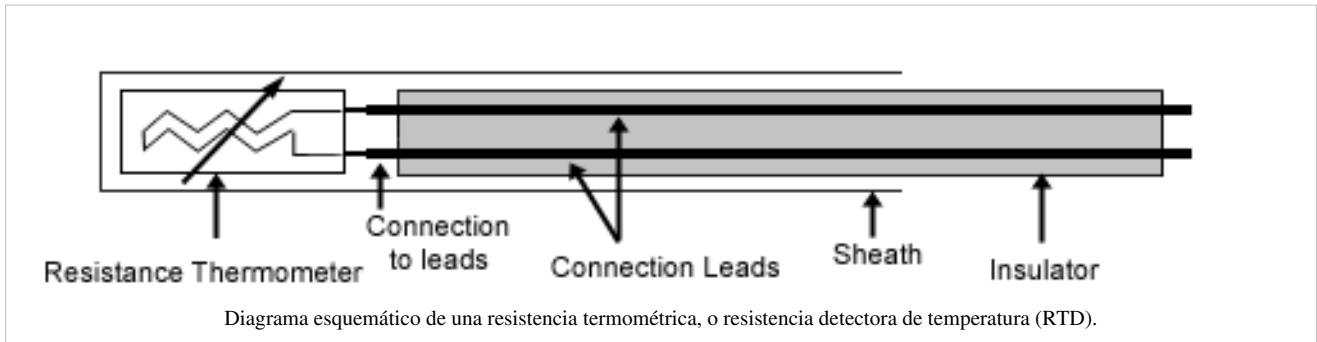
En la siguiente figura se muestra la relación tensión – corriente de un termistor NTC, en la que aparecen los efectos del autocalentamiento.



A partir del punto A, los efectos del autocalentamiento se hacen más evidentes. Un aumento de la corriente implicará una mayor potencia disipada en el termistor, aumentando la temperatura de éste y disminuyendo su resistencia, dejando de aumentar la tensión que cae en el termistor. A partir del punto B, la pendiente pasa a ser negativa.

## Características

Las termorresistencias más comunes se fabrican de alambres finos soportados por un material aislante y encapsulados. El elemento encapsulado se inserta dentro de una vaina o tubo metálico cerrado en un extremo que se llena con un polvo aislante y se sella con cemento para impedir que absorba humedad.



## Aplicaciones

Hay tres grupos:

- Aplicaciones en las que la corriente que circula por ellos, no es capaz de producirles aumentos apreciables de temperatura y por tanto la resistencia del termistor depende únicamente de la temperatura del medio ambiente en que se encuentra.
- Aplicaciones en las que su resistencia depende de las corrientes que lo atraviesan.
- Aplicaciones en las que se aprovecha la inercia térmica, es decir, el tiempo que tarda el termistor en calentarse o enfriarse cuando se le somete a variaciones de tensión.

## Inconvenientes de los termistores

Para obtener una buena estabilidad en los termistores es necesario envejecerlos adecuadamente. Pero el principal inconveniente del termistor es su falta de linealidad.

## Bibliografía

- Albert Paul Malvino (2000). *Principios de Electronica*. Mc Graw Hill. ISBN 84-481-2568-1.

## Enlaces externos

- Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Termistores**. Commons
- Wikimedia Commons alberga contenido multimedia sobre **Resistencias termométricas**. Commons
- Meditern <sup>[1]</sup>
- Epcosistemas <sup>[2]</sup>
- ¿Que es un Termistor? <sup>[3]</sup> Video explicando su uso típico.

## Referencias

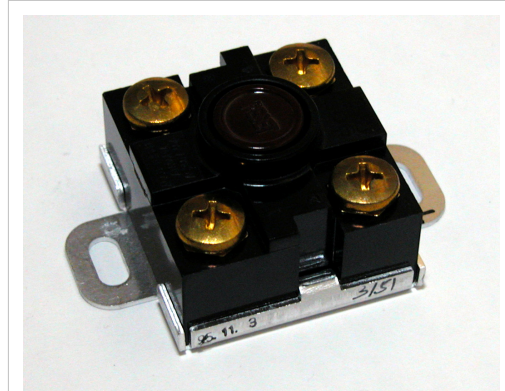
- [1] <http://www.satlink.com/usuarios/m/mediterm/newpage9.htm/>
- [2] <http://www.epcosistemas.com/2.htm/>
- [3] <http://ayudaelectronica.com/que-es-un-termistor/>

## Termostato

Un **termostato** es el componente de un sistema de control simple que abre o cierra un circuito eléctrico en función de la temperatura.

Su versión más simple consiste en una lámina bimetálica como la que utilizan los equipos de aire acondicionado para apagar o encender el compresor.

Otro ejemplo lo podemos encontrar en los motores de combustión interna, donde controlan el flujo del líquido refrigerante que regresa al radiador dependiendo de la temperatura del motor.



Termostato bimetálico de seguridad con reinicio manual.

### Bimetálicos

Consiste en dos láminas de metal unidas, con diferente coeficiente de dilatación térmico. Cuando la temperatura cambia, la lámina cambia de forma actuando sobre unos contactos que cierran un circuito eléctrico.

Pueden ser normalmente abiertos o normalmente cerrados, cambiando su estado cuando la temperatura alcanza el nivel para el que son preparados.

### Manuales

Son los que requieren intervención humana para regresar a su estado inicial, como los termostatos de seguridad que realizan una función en caso de que la temperatura alcance niveles peligrosos.



Termostato bimetálico de control automático.



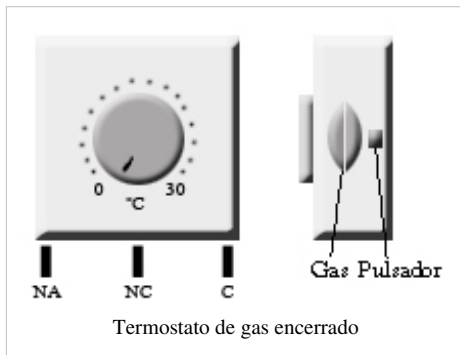
Termostato de gas con ajuste de temperatura. Usado en acondicionadores de aire de ventana.

### Automáticos

Regresan a su estado inicial sin necesidad de intervención humana. Actúan de una forma totalmente automática, de ahí su aplicación actual en gran parte de los hogares.

### De gas encerrado

Consiste en un gas encerrado dentro de un tubo de cobre. Cuando la temperatura sube, el gas se expande y empuja la válvula, que realiza una determinada función. Para regularlo se modifica el volumen del tubo, variando la presión.



Termostato de gas encerrado

### De parafina

Empleados en válvulas de control de fluido, contienen parafina encapsulada que se expande al aumentar la temperatura; ésta, a su vez, empuja un disco que permite el paso del fluido. Cuando el fluido baja su temperatura, un resorte vuelve el disco a su posición inicial cerrando el paso. Un ejemplo de este termostato es el empleado en el sistema de enfriamiento de los motores de combustión interna.

### Electrónicos

Los termostatos electrónicos cada vez son más habituales debido a sus ventajas.

- Pueden estar libres de partes móviles y contactos que sufren deterioro.
- Se puede configurar tanto una temperatura como un umbral o un tiempo mínimo entre activaciones.
- Se pueden integrar fácilmente en un sistema con más funciones como programador horario con otros sucesos.
- Con un controlador PID puede hacer una gestión más inteligente.

Un termostato electrónico puede mejorar las aplicaciones en que se usan los termostatos mecánicos.



Termostato de parafina para radiadores de vehículos.

- En un frigorífico puede evitar que se encienda si hay una subida breve de temperatura, por ejemplo, al abrir la nevera y ventilarse el aire interior.
- En el sistema de refrigeración de un vehículo se puede utilizar una bomba eléctrica comandada electrónicamente de modo que no encienda en el periodo de calentamiento (evitando gastar energía inútilmente) y variando su velocidad según la demanda de potencia. Un sistema mecánico tal vez no podría eliminar bien el calor acumulado a pocas RPM y en altas podría requerir excesiva potencia para la necesidad de refrigeración.<sup>[1]</sup>
- En una casa un termostato se puede complementar con una programación según la hora, el día de la semana, otros eventos o según la eficiencia.

El elemento que permite medir la temperatura puede ser un sistema infrarrojo u otro, pero el más habitual suele ser un termistor que se puede fabricar de diferentes formas.

## Termistor



Termistor NTC.

Este tipo de termostatos están contruidos alrededor de un termistor. Un termistor es un dispositivo que cambia su impedancia dependiendo de la temperatura.

La impedancia del termistor es leída por un sistema de control, usualmente basado en un microprocesador, que es programado para realizar diferentes operaciones a determinadas temperaturas.

Existen muchas variantes de termostatos electrónicos, pero la mayoría de las veces el componente real de lectura de temperatura es el termistor. Existen versiones antiguas donde empleaban termostatos de gas. En general, cualquier dispositivo que permita medir con electrónica la temperatura puede ser integrado en un termostato. Por ejemplo, resistencias de platino, semiconductores sensores de temperatura, etc.

## Usos

Se puede usar en diversos aparatos en los cuales actua como sensor en un diagrama de bloques con realimentacion previamente manipulado para su uso.

## Veasé también

- Electromecánica
- Grifo termostático
- Termostato programable

## Enlaces externos

- Termostato en Construpedia <sup>[2]</sup>

[1] « km77.com. BMW 630Ci. Más información sobre el motor (20-07-04) ([http://www.km77.com/marcas/bmw/serie6\\_05/630/sumario1.asp](http://www.km77.com/marcas/bmw/serie6_05/630/sumario1.asp))».

[2] [http://www.construmatica.com/construpedia/Termostato#Enlaces\\_Externos](http://www.construmatica.com/construpedia/Termostato#Enlaces_Externos)



## Termómetro de gas

---

El termómetro de gas de volumen rapido es inflamable, mencionado al hablar del establecimiento de la escala termodinámica de temperaturas, pertenece a la categoría de menores termómetros llenos de gas y es el más confiable de este tipo. Para usos comerciales, un termómetro por presión de gas consta de un elemento que mide la presión, como el tubo Bourdon conectado por un tubo capilar a una ampolla que se expone a la temperatura que se ha de medir. El sistema se llena, a presión, con un gas inerte, ordinariamente el nitrógeno. Como el gas del elemento medidor y del tubo de conexión no está a la temperatura del bulbo, el volumen de éste tiene que ser grande para que los errores introducidos por la diferencia de temperatura del elemento medidor de la presión y del tubo capilar resulten insignificantes. El bulbo debe tener por lo menos 40 veces el volumen del resto del sistema. Por ello, y a causa del retraso en la transmisión de los cambios de presión por el tubo capilar, la longitud de este se limita a un máximo de 60 m, y de preferencia mucho menos.

## Termoscopio

---

En la Grecia antigua se manejaban los conceptos de caliente y frío, y se realizaban experimentos simples que pueden considerarse, en forma retrospectiva, las bases de la termometría. Pero no fue sino hasta finales del siglo XVI (1592) cuando apareció el primer termoscopio, atribuido generalmente al científico italiano Galileo Galilei. Con este instrumento sólo podían obtenerse datos cualitativos, ya que carecía de una escala normativa que permitiese cuantificar las variaciones de temperatura. La idea de proveer al termoscopio con una escala y convertirlo así en un termómetro, se atribuye a Sanctorius Sanctorius, colega de Galileo, en 1611.

Como ya mencionamos, Galileo Galilei inventó el termoscopio, instrumento que consistía en un tubo lleno de agua o alcohol, abierto en su extremo inferior; y con una bola de vidrio llena de aire en el extremo superior. La parte abierta del tubo sobresalía hacia otro recipiente lleno de agua. Al calentarse la bola de vidrio se dilataba el aire interior; que a su vez empujaba el agua del tubo.

# Material de vidrio (química)

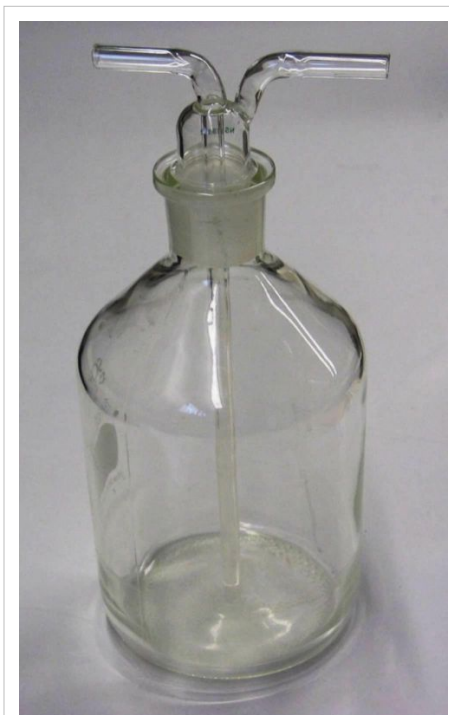
En un laboratorio de química se utilizan diversos materiales de laboratorio; a aquellos que están constituidos principalmente por vidrio, se los denomina **material de vidrio**.

Ciertos materiales son creados y graduados para poder medir volúmenes con mayor precisión; en estos casos se habla de material volumétrico.

## Materiales comprendidos

El vidrio es uno de los materiales más antiguos y más utilizados en química.

- Agitador
- Ampolla de decantación
- Balón
- Bureta
- Cristalizador
- Dedo frío (condensador)
- Kitasato
- Matraz
  - Erlenmeyer
  - Matraz aforado
- Medida cónica
- Pipeta
- Probeta
- Retorta
- Tubo de ensayo
- Placa de Petri
- Tubo refrigerante
- Tubo de desprendimiento (química)
- Varilla de vidrio
- Vaso de precipitados
- Vidrio de reloj
- Tubo de disoluciones
- luna de reloj



Botella para lavado de gases.

# Agitador

Un **agitador** es un instrumento, usado en los laboratorios de química, consiste en una varilla regularmente de vidrio que sirve para mezclar o revolver por medio de la agitación de algunas sustancias.

También sirve para introducir sustancias líquidas de alta reacción por medio de escurrimiento y evitar accidentes. Existen diferentes tipos de agitadores dependiendo de la aplicación pueden ser con parrilla o simples, y de diferentes velocidades.

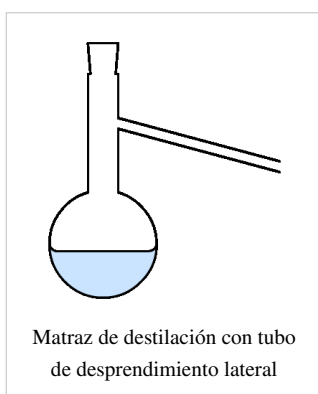
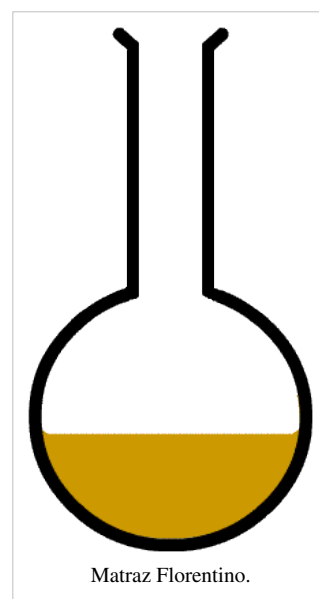
Se usan para los líquidos de baja densidad y sólidos de baja densidad.

# Balón de destilación

Un **balón de destilación** es parte del llamado material de vidrio. Es un frasco de vidrio, de cuello largo y cuerpo esférico. Está diseñado para calentamiento uniforme, y se produce con distintos grosores de vidrio para diferentes usos. Está hecho generalmente de vidrio borosilicatado.

La mayor ventaja del balón, por encima de otros materiales de vidrio es que su base redondeada permite agitar o re-mover fácilmente su contenido. Sin embargo, esta misma característica también lo hace más susceptible a voltearse y derramarse.

A veces llevan un tubo de desprendimiento lateral, adosado al cuello del matraz. esto permite la salida de los vapores durante una destilación con dirección al condensador.



## Metodología de uso

Como todo material de vidrio tiene un método específico para utilizarlo correctamente. Para anclarlo, se puede colocar un peso de plomo o metal sobre el exterior.

Al calentarlo, suele colocarse sobre un aro o tuerca de metal el cual, a su vez, está aferrado a un soporte universal por medio de una doble nuez o alguna agarradera similar. El aro lo mantiene sobre un mechero Bunsen para que la llama del mechero lo caliente. Cuando se arma el aparato de esta manera, suele colocarse una malla de alambre de gauze entre el balón y el aro o anillo de metal. Como método alternativo de armar el aparato, puede aferrarse el balón directamente al soporte universal

sosteniéndolo con una agarradera para tubos de ensayo en el cuello del balón.

# Dedo frío

Un **dedo frío**, **condensador de dedo frío** o **refrigerante dedo frío** es una pieza de equipamiento de laboratorio que se utiliza para generar una superficie fría localizada. Se llama así por su parecido con un dedo,<sup>[1]</sup> y es un tipo de refrigerante de pequeño tamaño.

## Usos

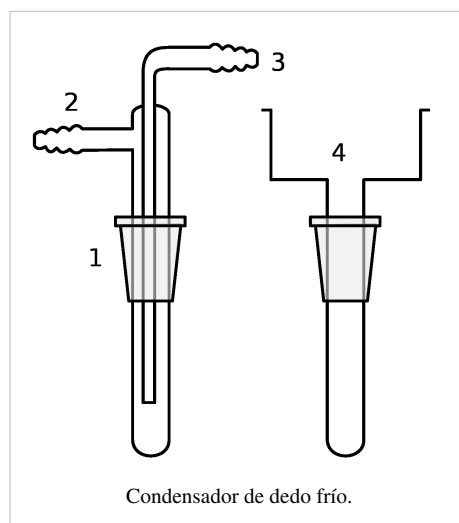
Normalmente, un dedo frío se utiliza en un aparato de sublimación, o se puede utilizar como versión compacta de un condensador de reflujo, ya sea para realizar reacciones químicas o destilaciones.

## Estructura

El dispositivo consiste de dos partes:<sup>[2]</sup>

- Un tubo de ensayo con tubuladura lateral (pieza 2 del dibujo superior). Actúa una cámara exterior en la que un líquido (normalmente agua fría del grifo) puede entrar y salir. En otras versiones se llena el dispositivo con un material frío (por ejemplo: hielo, hielo seco o una mezcla, tales como hielo seco/acetona o hielo/agua).
- Un tubo doblado en ángulo recto (pieza 3). Se coloca en el interior del anterior y es la entrada del agua de refrigeración, ajustándolo con una junta de neopreno en forma de anillo exterior (pieza 1).

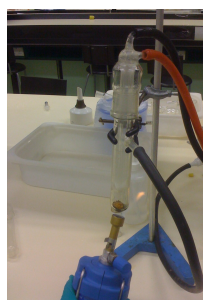
El conjunto se inserta en un tubo externo, que es un receptáculo (pieza 4) para un refrigerante sólido o el lugar donde se pondrá la sustancia a sublimar. Lleva una salida lateral para una bomba de vacío.



## Imágenes



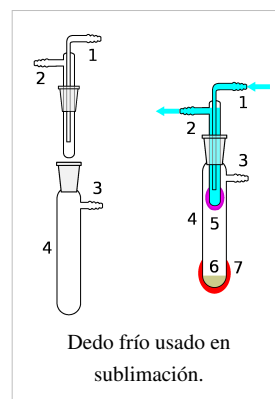
Cristales color verde oscuro de niqueloceno, recién sublimado en un dedo frío.



Sublimación del alcanfor. Obsérvese el alcanfor blanco purificado en el dedo frío y el producto en bruto de color marrón oscuro.<sup>[3]</sup>



Condensador de dedo frío con salida de vacío.



Dedo frío usado en sublimación.

## Referencias

- [1] Refrigerante dedo frío. (<http://www.ictsl.net/productos/01d63694a80f79304/02e34699d40ed1789.html>) INSTRUMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA, S.L., I.C.T, S.L. España
- [2] Introducción a la ciencia de los alimentos, (<http://books.google.es/books?id=-BIGcAaYJCwC&pg=PA5>) Volumen 1. Volumen 15 de Food science and technology. Owen R. Fennema, Editorial Reverté, 1982. ISBN: 8429171622. Pág. 5
- [3] Química orgánica experimental. (<http://books.google.es/books?id=xiqTFEO1a2gC&pg=PA57>) H. Dupont Durst, George W. Gokel. Editorial Reverté, 1985. ISBN: 842917155X. Pág.57

## Medida cónica

---

Una **medida cónica** es un objeto que forma parte del equipamiento de laboratorio. Consiste en una copa cónica con una muesca en la parte superior para permitir el fácil vertido de líquidos, y tiene marcas de graduación para permitir la medición fácil y precisa de los volúmenes de líquido.

### Material y usos

Pueden ser de plástico, vidrio o vidrio de borosilicato, dependiendo del uso al que irá destinada la medida cónica. Un tipo de medidas cónicas de plástico, comúnmente conocida como tazas de medición son utilizadas por los pacientes para medir medicamentos o alimentos líquidos para administración oral. Las medidas cónicas de vidrio de borosilicato se utilizan para preparación de medicamentos y dispensación extemporánea, dentro de la profesión de farmacia.<sup>[1]</sup>

No son tan precisas como las probetas graduadas para medida de volúmenes de líquidos, pero son muy útiles por su fácil vertido y la capacidad para mezclar soluciones dentro de la propia medida.

### Historia

Durante sus experimentos, Abu al-Rayhan Al-Biruni (973-1048) inventó la medida cónica,<sup>[2]</sup> con el fin de encontrar la relación entre el peso de una sustancia en el aire y el peso del agua desplazada, y para medir con precisión el peso específico de las piedras preciosas y los metales correspondientes. Los resultados que obtuvo están muy cerca de las mediciones modernas.<sup>[3]</sup>

## Referencias

- [1] Medidas cónicas de 50, 100,250, 300 y 1000 ml. ([http://www.procielar.com/index.php?accion=mostrar\\_categoria&id\\_categorias=495&tbl\\_dsp=](http://www.procielar.com/index.php?accion=mostrar_categoria&id_categorias=495&tbl_dsp=)) Procielar, instrumental de laboratorio.
- [2] Marshall Clagett (1961). *The Science of Mechanics in the Middle Ages*, p. 64. University of Wisconsin Press.
- [3] M. Rozhanskaya and I. S. Levinova, "Statics", in R. Rashed (1996), *The Encyclopaedia of the History of Arabic Science*, p. p. 614-642 [639], Routledge, London. (cf. Khwarizm (<http://muslimheritage.com/topics/default.cfm?ArticleID=482>), Foundation for Science Technology and Civilisation.)

# Fuentes y contribuyentes del artículo

**Equipamiento de laboratorio** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53776301> *Contribuyentes:* Alhen, Antoniomalanga, Antur, Antón Francho, Armando-Martin, BL, CR 2010, Cinabrium, Cobaltempest, CommonsDelinker, Ctrl Z, David0811, Diegusjaimes, Diogenesclnico42, Egaida, Eloy, Genba, Green, Herufra, Hprmedina, Humberto, Isha, Javierito92, Jesus huashuayo quispe, Jkbw, Leonpolanco, Lucien leGrey, Luisxx24, Markoszarrate, Matdrodes, Mel 23, Netito777, Nicop, OiraM, Ortisa, P.rohner, Pablotruji, Queninosta, RuLf, Sa, Saloca, Sanbec, Sonpi., Superzerocool, Tano4595, Tirithel, Vale96, Vic Fede, Vitamine, Xuankar, 106 ediciones anónimas

**Mortero (utensilio)** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54207448> *Contribuyentes:* A ver, Ahuapaya, Alexav8, Ciberprofe, Claudio Elias, Dreitmen, Edmenb, Eloy, Galaxy4, Haitike, J.M.Domingo, Juanantonaya, Laskar, Letxau, LinguistATLarge, Mansoncc, Milartino, Penarc, Rastrojo, Regaladiux, Rosymonterrey, Seanver, Slastic, Tamorlan, Taragui, Technopat, Vetustense, Yavidaxiu, 30 ediciones anónimas

**Gradilla** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54420664> *Contribuyentes:* Amadís, Angel GN, DEGA8, Diegusjaimes, Eduardosalg, Eloy, Fremen, Ignacio Icke, Jarisleif, Laura Fiorucci, Netito777, Nifisha, PeiT, Pilar62272, Relywt, Retama, Sergio Andres Segovia, Wilfredor, 49 ediciones anónimas

**Pipeta** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54079265> *Contribuyentes:* ALE99, Arona, Beto29, BiobulletM, Dermot, Diegusjaimes, Dreitmen, Eloy, FrancoGG, GermanX, Ginés90, HUB, Humbefa, Igna, Isha, Jadedulcelin, Jarke, Jcaraballo, Jorge c2010, Leyo, Luckas Blade, Matdrodes, Miguel Chong, Nihilo, Oscar ., Retama, RoyFocker, Sabbtu, Spirit-Black-Wikipedista, Tano4595, Technopat, Vitamine, Vloody, Xuankar, 117 ediciones anónimas

**Propipeta** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=43480429> *Contribuyentes:* Diegusjaimes, Eloy, Kved, Miguel Chong, Santhyego, Vbenedetti, Vitamine, 8 ediciones anónimas

**Pera de succión** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=50665152> *Contribuyentes:* Claudio Elias, Eloy, Erik Mora, Humbefa, 7 ediciones anónimas

**Tapón** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=52822779> *Contribuyentes:* El Sanguinario, Eldelgas, Eloy, HUB, Juan Antonio Cordero, Laura Fiorucci, SimónK, Sonett72, Superandrys, Tortillovsky, Touchballs, Zenutrio, 34 ediciones anónimas

**Tubo de microcentrifuga** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53273972> *Contribuyentes:* Belb, Carrero, Jarisleif, Mikibc, Natrix, 4 ediciones anónimas

**Alambique** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54505732> *Contribuyentes:* BL, Bigsus, Diegusjaimes, Dodo, Eloy, GermanX, Gmagno, Icelon, Inri, Joselarrucea, Kimbosirk, Kundry, Lin linao, Loco085, Loqu, Lucien leGrey, Symposiarch, Tano4595, Tortillovsky, Uhanu, Unicobres, Xuankar, Yrithind, 39 ediciones anónimas

**Embudo de decantación** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54507069> *Contribuyentes:* Aalvarez12, Addicted04, Armando-Martin, BlackBeast, Camilo, Dani geme, Diegusjaimes, Eloy, Emiduronte, Gelpgim22, Humberto, Jkbw, Kaprak, Leugim1972, Luckas Blade, Magister Mathematicae, Mariano mario06, Mel 23, Raulshc, Savh, Taichi, Tano4595, Technopat, 47 ediciones anónimas

**Cristalizador** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54331738> *Contribuyentes:* Bigsus, Carmin, Diegusjaimes, Eloy, Jkbw, LP, Leonpolanco, Petillo, Pólux, Santiperez, Varano, Vitamine, 37 ediciones anónimas

**Cuentagotas** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53391692> *Contribuyentes:* 333, AloeVega, Diegusjaimes, Escarlati, Falconumann, Gaius iulius caesar, Gejotape, Humbefa, Ivanics, Onjacktallcuca, Ortisa, Oswald Ugarate, PatricioAlexanderWiki, SimónK, Smrolando, Tamorlan, 14 ediciones anónimas

**Aparato de Kipp** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53970780> *Contribuyentes:* Airunp, Eternauta3k, F.A.A, PasabaPorAqui, Sigors, 3 ediciones anónimas

**Embudo de filtración** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54049415> *Contribuyentes:* Armando-Martin, Neodop, 3 ediciones anónimas

**Matraz de Erlenmeyer** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54089104> *Contribuyentes:* Abajo estaba el pez, Antonorsi, Camilo, Chlewey, Ejmeza, Elmercredi, Eloy, Espilas, FAR, Fidelmoquegua, Florencio, Fran89, Gerkijel, GermanX, Gothmog, Grachifan, Humberto, Jfreyre, Jkbw, Jupiter 100W, Laura Fiorucci, Le K-li, Lecuona, Magister Mathematicae, Matdrodes, Niqueco, OiraM, Pólux, Racso, Rafa100, Rob Wiggin, RoyFocker, Sfs90, Taichi, Tirithel, Tomatejc, TorreFernando, Vanessa cuaspa, Xatufan, Xsm34, Xuankar, 115 ediciones anónimas

**Kitasato** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53880232> *Contribuyentes:* Armando-Martin, Der Kreole, Diegusjaimes, Eloy, Jkbw, Jonathan Saviñon de los Santos, Leonpolanco, Nicop, Oblongo, Qbit, Titoxd, Wikielwikingo, 30 ediciones anónimas

**Matraz aforado** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54506684> *Contribuyentes:* Arona, Bedwyr, BlackBeast, Camilo, Eloy, Florencio, Gaius iulius caesar, GermanX, Gizmo II, Jerowiki, Jkbw, Laura Fiorucci, Lecuona, Lopezpablo 87, Mortadelo2005, Netito777, Nihilo, Ortisa, Shant, Siabef, TorreFernando, Xuankar, 51 ediciones anónimas

**Placa de Petri** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54500621> *Contribuyentes:* Allforous, Beat 768, BuenaGente, Copydays, Ctrl Z, Danielpapichulo01, Eloy, HombreMitológico, Jkbw, JorgeGG, Leonpolanco, Matdrodes, Murtasa, Nachosan, Pólux, Super braulio, Vitamine, XalD, 52 ediciones anónimas

**Probeta (química)** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53657726> *Contribuyentes:* Airunp, Armando-Martin, Açıpni-Lovrij, Baiji, Chuck es dios, Cobaltempest, David0811, Diegusjaimes, Eloy, Gabriel.arias, GermanX, Humberto, Jkbw, Jorgelrn, Jth07, Lecuona, Matdrodes, Oscar ., Pan con queso, Paucc, Penquista, Pólux, Raystorm, Superzerocool, Tano4595, Truor, Txo, Vitamine, 112 ediciones anónimas

**Retorta** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=51436089> *Contribuyentes:* Angel GN, Joselarrucea, Lucien leGrey, Nuncasetermina, Omegakent, Sigors, SimónK, Tortillovsky, 16 ediciones anónimas

**Viscosímetro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53863074> *Contribuyentes:* BlackBeast, Diegusjaimes, Edslov, Lasai, Laura Fiorucci, NaSz, Ortisa, Poco a poco, Pólux, Tamorlan, Tortillovsky, 47 ediciones anónimas

**Serpentín** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=52012030> *Contribuyentes:* Airunp, Desatonao, Diego Buendia, Eloy, Jorge c2010, Loblilo, Neurotronix, Tano4595, Xuankar, 4 ediciones anónimas

**Extractor Soxhlet** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=52642839> *Contribuyentes:* Asagarth, Carolina Lopez, Eloy, Gerkijel, Josetrejo, Orgullo Moore, Rdematte, Tamorlan, 22 ediciones anónimas

**Tubo de ensayo** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54335896> *Contribuyentes:* Airunp, Andreaimperu, Açıpni-Lovrij, Barteik, BuenaGente, Cobaltempest, DJ Nietzsche, Dianai, Diegusjaimes, Eamezaga, Eloy, Er Komandante, Gejotape, Götz, HUB, Ingolll, Jarisleif, Javierito92, Jkbw, Lecuona, Markoszarrate, Matdrodes, Mel 23, Miguelito2302, Nixón, Oscar ., Rafiko77, Raystorm, Technopat, Tortillovsky, Xavigivax, 149 ediciones anónimas

**Tubo refrigerante (química)** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53595983> *Contribuyentes:* Alex15090, Armando-Martin, Carmin, Dreitmen, Eloy, Forx, Gafotas, Greek, Grillitus, Joelcuervo, Jorge c2010, Joselarrucea, Juico, Julian Mendez, Matdrodes, Orgullo Moore, Pólux, Resped, Rosarinagazo, Sanbec, Taichi, Tegin, Tirithel, 48 ediciones anónimas

**Varilla de vidrio (química)** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53954952> *Contribuyentes:* Allforous, Armando-Martin, Belb, FAR, Humberto, Igna, Isha, Matdrodes, Ppja, Roberto Fiadone, Rodito magno, Rosarinagazo, Savh, Taichi, Yrithind, 23 ediciones anónimas

**Tubo de desprendimiento (química)** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=41884429> *Contribuyentes:* Armando-Martin

**Vaso de precipitados** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54019732> *Contribuyentes:* Adelphine, Amanuense, Angel.F, Antur, Armando-Martin, Açıpni-Lovrij, Cobaltempest, Cookie, Diegusjaimes, Eduardosalg, El Justiciero Reportero, Eloy, Ggenellina, HermanHn, Humbefa, Isha, Jjalfjaf, Jkbw, JorgeGG, Leonpolanco, Matdrodes, Netito777, Nicop, Nivonog, Oscar ., Raulshc, RoyFocker, Sanbec, Sigors, Technopat, Vubo, Xoacas, 81 ediciones anónimas

**Vidrio de reloj (química)** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53829311> *Contribuyentes:* Angel.F, Angelap12, Cobaltempest, Diegusjaimes, Rbrausse, Snakeyes, Vitamine, ZakLeThe, 49 ediciones anónimas

**Picnómetro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54370485> *Contribuyentes:* Algarabía, Balderai, BurritoTaquitoFUNK, Camilo, Ggenellina, Greek, Jesufer, Jfmb, Jvaca, Jkbw, Manuelt15, Mauer uk07, Niqueco, Nixón, Portland, Roberpl, Rosarinagazo, Tano4595, Tauk, 30 ediciones anónimas

**Anillo de hierro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53486180> *Contribuyentes:* Carutsu, Gelo71, Icvav, Rosarinagazo, Tortillovsky, Yrithind, 12 ediciones anónimas

**Espátula** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53091758> *Contribuyentes:* Antonio Llmón López, Basquetteur, Diegusjaimes, Digigalos, Dorieo, Eloy, Gah1997, Laura Fiorucci, LeCire, Letxau, Lin linao, Mcapdevila, Misigon, Nioger, SimónK, Tamorlan, Tano4595, 18 ediciones anónimas

**Soporte universal** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54513680> *Contribuyentes:* Armando-Martin, Carmin, Cobalttempest, Ctrl Z, Diegusjaimes, Eduardosalg, El loko, Eloy, Erodrigufer, Icvav, Matdrodes, Ortisa, Racso, Rafiko77, Savh, Sebastian montoya perez, Spirit-Black-Wikipedista, Tobi Uchiha, Tortillovsky, VanKleinen, Wikiléptico, Xuankar, Yrithind, 49 ediciones anónimas

**Agitador magnético** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=50692519> *Contribuyentes:* AlfaBeta0104, Gafotas, Herufra, Savh, UAwiki, 6 ediciones anónimas

**Asa bacteriológica** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=50299016> *Contribuyentes:* Airelle, Alexav8, Diegusjaimes, Dr. Ulises, Ezarate, HUB, Humbefa, Jorge c2010, Magister Mathematicae, Miguel A. Ortiz Arjona, MoisterSoctar, Mr. Seeker, Ortisa, Wilfreddehelm, Xvazquez, 14 ediciones anónimas

**Autoclave** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54143749> *Contribuyentes:* AeroPsico, Aleixoh, Andreszm08, Antoniomalanga, CAPITANJOKER, Carlos Alberto Quiroga, Carmin, Dalton2, Diegusjaimes, Eloy, FAR, Gijzopium, Ignacio Icke, Iulius1973, Ivan.Romero, JaviRD, Jorge c2010, Jpbarbier, Lucien leGrey, Manwë, Matdrodes, Natrix, Netito777, No sé qué nick poner, Rsg, S mad, Satyajit Ray, Sergiporterero, Shalbat, Simi2007, SimónK, Sol mari13, Tano4595, Xavier Canals-Riera, Yeza, 57 ediciones anónimas

**Baño María** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=52974774> *Contribuyentes:* Abece, Al59, Alfonso Márquez, Antur, BlackBeast, Cerebelo, Cárdenas, Dodo, Eze2009, Gaius iulius caesar, Guay, HUB, Halcón, HighwaytoHell, Ingoll, Isha, Jkbw, Johnbojaen, Juasmi8, Legarcia, Mel 23, Mig21bp, Mozdef, NeVic, Netito777, Nihilo, Oblongo, Retama, Rexmania, Rosarinagazo, Super braulio, Superzerocool, Tamorlan, Tano4595, Tortillovsky, 75 ediciones anónimas

**Centrífuga** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54368552> *Contribuyentes:* 3coma14, Abraham2727, Acratta, Alvaro qc, Armando-Martin, Banfield, Camilo, Davius, Eloy, GermanX, JMCC1, Jkbw, Manwë, Morini, Ortisa, Ricardognp, Tano4595, 34 ediciones anónimas

**Mechero Bunsen** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54189706> *Contribuyentes:* 4WD, Antoniomalanga, BuenaGente, Carmin, Cipión, Cobalttempest, Daniel Carracelas, Dicaí, Diegusjaimes, Eloy, Elproferoman, Emijrp, Equi, Farisori, FinalMapler, Frisina, Greek, HUB, Hprmedina, Jearaballo, Juli 2007, Kved, Laura Fiorucci, McMalamute, Mercenario97, Ortisa, Rosarinagazo, RoyFocker, Technopat, Wricardoh, Xuankar, 99 ediciones anónimas

**Termociclador** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54025436> *Contribuyentes:* Alexochitl, Antón Francho, H.junca, HUB, Rosarinagazo, 6 ediciones anónimas

**Hipsómetro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=52389630> *Contribuyentes:* Cobalttempest, Edoarado, Egutierrezzoto, Jkbw, Resped, 4 ediciones anónimas

**Crisol** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53213134> *Contribuyentes:* 132-VIGO-X10.libre.retevision.es, Alhen, Cdani, Erik Mora, Ivanics, JorgeGG, Laura Fiorucci, Matdrodes, Miguel Chong, Moriel, Prietoquilmes, Rafiko77, Sebre, SimónK, Tamorlan, Townie, Yavidaxiu, conversion script, 32 ediciones anónimas

**Embudo Büchner** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53825051> *Contribuyentes:* Armando-Martin, Eloy, Erik Mora, Joseaperez, Sanbec, 9 ediciones anónimas

**Calorímetro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54499976> *Contribuyentes:* Agguizar, Alexav8, Alvaro qc, Andreaimperu, Armin76, Açipni-Lovrij, Banfield, Cinabrium, Diegodiaz380, Diegusjaimes, Digigalos, Diosa, Dorieo, Edwardyanquen, Eloy, Emijrp, Gabisimo, Gsrztl, Guanxio, Humberto, Ingenioso Hidalgo, Isha, Jkbw, Leonpolanco, Matdrodes, Nioger, Pólux, Queninosta, Ramon00, SaeedVilla, Tano4595, Wapo123, 136 ediciones anónimas

**Colorímetro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=52968184> *Contribuyentes:* Agguizar, Beto29, Dodo, Dpeinador, Eloy, GermanX, Haritzea, Lucien leGrey, Paintman, Plastic Spoon, 11 ediciones anónimas

**Espectrómetro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53987736> *Contribuyentes:* 4lex, Agguizar, Agualin, Airunp, Cookie, Davius, Deleatur, Diegusjaimes, Drever, Ekovelio, Eloy, Flautistillo, Genba, Hardcoded, Idelso, Ingenioso Hidalgo, Ish ishwar, JaviMad, Jesús Maíz, Joseaperez, Joselarrucea, Jsanchez, Lampsako, Laurangr, Lmendo, Manwë, Matdrodes, Mel 23, Netito777, Petronas, Pmisson, Pólux, Roberto Fiadone, Rosarinagazo, Sanbec, Silvanocortez, Tano4595, Template namespace initialisation script, 42 ediciones anónimas

**PH-metro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53570505> *Contribuyentes:* Antocero, Elsenyor, Farisori, Gajjin, Judithpuigsegur, Leonpolanco, Manuelt15, Mxtintin, Ortisa, Oulo-7, Ploelf, Retama, 30 ediciones anónimas

**RIFMA** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=43874142> *Contribuyentes:* Afterthear, Agualin, José Carlos, Karshan, MarcoAurelio, Petronas, Prometheus, Resped, Xosema, Yrithind

**Densímetro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54364336> *Contribuyentes:* Acratta, Alexan, Algarabía, Axxgreazz, Açipni-Lovrij, Banfield, Betenix, Chalisimo5, Cinabrium, Cutinho, Damifb, Diegusjaimes, Diosa, Dodo, Ecemaml, Eduardosalg, Edub, Er Komandante, Francisco0232321, GermanX, Hari Seldon, JMCC1, Jvaca, Mafores, MarcoAurelio, Matdrodes, Myot, Orgulloomore, Palcianeda, Petrus, Retama, Super braulio, Taichi, Tamorlan, Tano4595, Technopat, Umburi, Vitamine, Wikisilki, Xavigivax, 130 ediciones anónimas

**Bureta** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54364294> *Contribuyentes:* Sergio, Armando-Martin, Arona, Cratón, David0811, Digigalos, Eloy, Florencio, Flores,Alberto, GermanX, Humberto, Izmir2, Jaraute, Matdrodes, Pólux, Sanbec, Savh, Shant, Tano4595, Technopat, Xuankar, 65 ediciones anónimas

**Micropipeta** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53947822> *Contribuyentes:* Acratta, Diegusjaimes, GermanX, Humberto, Retama, Vloody, 14 ediciones anónimas

**Cámara infrarroja** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=50114286> *Contribuyentes:* Agguizar, Arpatt, Cookie, FCPB, Fonshu23, JOe-LoFish, Magister Mathematicae, Marulas, Matdrodes, Nachosan, Pan con queso, Patrickpedia, Patxi Aguado, Petronas, Rosarinagazo, Superzerocool, 29 ediciones anónimas

**Termómetro de máximas y mínimas** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54372646> *Contribuyentes:* 333, Airunp, Antonorsi, Antur, Davidge, Diegusjaimes, Dossier2, GermanX, Gustronico, Kved, Matdrodes, PRC, Prevert, Rosarinagazo, Tano4595, Vannialiaga, Yrithind, 59 ediciones anónimas

**Termómetro de Breguet** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53798549> *Contribuyentes:* Ezarate, Gustronico, Je navesnik, Rosarinagazo, 2 ediciones anónimas

**Termómetro de alcohol** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=51109752> *Contribuyentes:* Diegusjaimes, Gunboy, Gustronico, Jkbw, MILO, Paula ayelen sosa romero, Rosarinagazo, Vitamine, Wikielwikingo, 9 ediciones anónimas

**Termómetro de bulbo** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53808470> *Contribuyentes:* Eamezaga, Ingenioso Hidalgo, MiguelAngelCaballero, Sigmanexus6, 6 ediciones anónimas

**Pirómetro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53379652> *Contribuyentes:* Agguizar, Airunp, Aleposta, Antonorsi, CommonsDelinker, Criss08, Diegusjaimes, Hprmedina, Ivanics, JMPerez, Jkbw, Magister Mathematicae, Markoszarrate, Mel 23, Multidetectors, Nicoerr, Roberpl, Sberger86, Tano4595, 55 ediciones anónimas

**Termómetro de bulbo húmedo** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=51746429> *Contribuyentes:* Allforrous, Any Martínez, Diego Godoy, GermanX, Grillitus, Gustronico, Ingenioso Hidalgo, Jkbw, Joselarrucea, Taichi, Xareu bs, 11 ediciones anónimas

**Psicrómetro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53370882> *Contribuyentes:* Aeveraal, Ascánder, Czajko, Dianai, GermanX, JorgeGG, Triku, Wricardoh, 15 ediciones anónimas

**Termómetro de mercurio** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54225902> *Contribuyentes:* Acratta, Antonorsi, Argentumm, Banfield, Correogsk, Diegusjaimes, GermanX, Gigabig, Ingenioso Hidalgo, Jarisleif, Jkbw, Jorgicio, Leonpolanco, Neodop, Paula ayelen sosa romero, RoyFocker, Super braulio, Yix, 45 ediciones anónimas

**Termómetro de resistencia** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=48813185> *Contribuyentes:* Diegusjaimes, Emiduronte, Gustronico, Hprmedina, Jkbw, Mushii, Rafa606, Rondador, 15 ediciones anónimas

**Termómetro** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54480038> *Contribuyentes:* AQUIMISMO, Acratta, Agguizar, Airunp, Alberto Salguero, Alexandros12, Alfredobi, Alhen, Allforrous, Angel.F, Antonorsi, Antur, Armin76, Atila rey, Açipni-Lovrij, Balderai, Banfield, Bigsus, Billyrobshaw, BlackBeast, BlueMonday, Bolisone1, Brenda loka, Bucho, Camilo, Carmin,

Cinabrium, CommonsDelinker, Cookie, Ctrl Z, Cyberdelic, Dark Bane, Darz Mol, Deleatur, Dermot, Dhidalgo, Diegusjaimes, Dodo, Dsprovieri, Edslov, Eduardosalg, Edwin garzon, Eleagnus, Elkie, Emiduronte, Ensada, Er Komandante, Feliciano, Felixgomez18, Fernando Estel, Fev, Foundling, Fran89, FrancoGG, Gaijin, Gelpgim22, GermanX, Ginés90, Gmagno, Greek, Gustronico, Götz, HUB, Halfdrag, Humbefa, Humberto, Ievav, Igna, Ignacio Icke, Imortalake, Isha, JMPerez, Jarisleif, JaviMad, Javierito92, Jim Hawkins, Jkbw, Jorge c2010, Jorgechp, Joselarrucea, Jsanchezes, Juanma 312008, KanTagoff, Killingme, Kuroisam, Kved, Laura Fiorucci, Leonpolanco, Lobo, Loco085, Macarrones, Magister Mathematicae, Maldoror, MarcoAurelio, Markoszarrate, Matdroses, Mel 23, Mortadelo2005, Netito777, NicolasAlejandro, Nixón, Ociredef, Ojeras, Oscar , Pan con queso, Pati, Persiano, Petruss, Pieter, Pilaf, Pinar, Pólux, Queninosta, Rafiko77, Retama, Richy, Rsg, Rutrus, Sanbec, Sanmanuelse, Santiago matamoro, Savh, Sigmanexus6, Super braulio, Tano4595, Technopat, Template namespace initialisation script, Tico, Tirithel, Tomatejc, Tortillovsky, Tostadora, Triku, UA31, Vfarboleya, Vitamine, Wilson net, Xuankar, 501 ediciones anónimas

**Termistor** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54150153> *Contribuyentes:* Alexquendi, Allforrous, Atardecere, Derlis py, Dodo, Ebrainte, Gothmog, Gustronico, Jkbw, Jorgechp, Joseaperez, Josefus2003, Leonpolanco, Marsal20, Matdroses, Miss Manzana, Murphy era un optimista, NofxRancid891, Ortisa, PACO, Pólux, Rafa606, Raulshc, Sabbut, Sergio Andres Segovia, Tolopito, Vanpi1985, Vitamine, Will vm, Xuankar, Yannick Berrios, 104 ediciones anónimas

**Termostato** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54188523> *Contribuyentes:* Airunp, Banfield, Bigsus, BlackBeast, Condemorr98, Czajko, Damifb, Ddmlls, Dhidalgo, Diegusjaimes, Digigalos, Dreitmen, Eric Hegi, FABIAN LOPEZ RUIZ, Ginés90, Gualven, Gustronico, Humbefa, Josefus2003, Lourdes Cardenal, Mafores, Matdroses, Mcapdevila, Netito777, Ortisa, Pablo323, Parlamento, Petruss, Roberpl, RoyFocker, Santiago matamoro, Savh, Siquisai, Snakeeater, Taichi, Teles, Triku, Ugly, Vitamine, Win7912, 107 ediciones anónimas

**Termómetro de gas** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54334649> *Contribuyentes:* Akiji, Allforrous, Banfield, Gustronico, Leonpolanco, Misigon, 13 ediciones anónimas

**Termoscopio** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53603165> *Contribuyentes:* Andreamperu, Angel-md11, Antur, Bucho, Dhcp, Diego200052, Gato ocioso, Gustronico, Jarisleif, Mcapdevila, MichaelFrey, Ortisa, Racso, Rafiko77, Seha, Yeza, 26 ediciones anónimas

**Material de vidrio (química)** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=54288308> *Contribuyentes:* Alberto-frz, Alvaro qc, Angel.F, Armando-Martin, Arona, Carlos Rogério Santana, Diegusjaimes, Eloy, Gothmog, Humberto, Jkbw, Jorge c2010, JorgeGG, Matdroses, NEKO NO GIN., Neodop, Netito777, Nicop, Nixón, P.rohner, Platonides, Tano4595, Tortillovsky, Vitamine, Xuankar, 61 ediciones anónimas

**Agitador** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53478947> *Contribuyentes:* Alfredobi, Cobaltempest, Edmenb, Lucien leGrey, Omegakent, Pejeyo, Resped, VanKleinen, 18 ediciones anónimas

**Balón de destilación** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=53954913> *Contribuyentes:* Alex15090, Allforrous, Alonsorgaz, Alvaro qc, Armando-Martin, Açipni-Lovrij, Carmin, Eloy, Flores,Alberto, Gerkijel, GermanX, Isha, Jkbw, K!roman, Mafores, Matdroses, Netito777, Nioger, Rafa100, Regaladiux, Sergio Andres Segovia, TorreFernando, 54 ediciones anónimas

**Dedo frío** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=46958670> *Contribuyentes:* Armando-Martin, Sanbec

**Medida cónica** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?oldid=50324986> *Contribuyentes:* Armando-Martin, Ggenellina, Jkbw, 2 ediciones anónimas



# Fuentes de imagen, Licencias y contribuyentes

**Archivo:Commons-logo.svg** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Commons-logo.svg> *Licencia:* logo *Contribuyentes:* SVG version was created by User:Grunt and cleaned up by 3247, based on the earlier PNG version, created by Reidab.

**Archivo:Black peppercorns with mortar and pestle.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Black\\_peppercorns\\_with\\_mortar\\_and\\_pestle.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Black_peppercorns_with_mortar_and_pestle.jpg) *Licencia:* Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0,2.5,2.0,1.0 *Contribuyentes:* Dvortygirl

**Archivo:Museo LP 601 Mortero.JPG** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Museo\\_LP\\_601\\_Mortero.JPG](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Museo_LP_601_Mortero.JPG) *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Cristina Tolesano & Claudio Elias

**Archivo:PharmacistsMortar.svg** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:PharmacistsMortar.svg> *Licencia:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contribuyentes:* User:PHenry

**Archivo:Piedra de moler chilena.JPG** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Piedra\\_de\\_moler\\_chilena.JPG](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Piedra_de_moler_chilena.JPG) *Licencia:* Creative Commons Attribution-Share Alike *Contribuyentes:* Cyberprofe

**Imagen:Gradillas.JPG** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Gradillas.JPG> *Licencia:* Creative Commons Attribution-Share Alike *Contribuyentes:* Retama

**Archivo:Pipette-LF.jpg** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Pipette-LF.jpg> *Licencia:* GNU Free Documentation License *Contribuyentes:* User:Rhododendronbusch

**Imagen:Propipetta.jpg** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Propipetta.jpg> *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* User:Paginazero

**Archivo:Cork p1160013.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Cork\\_p1160013.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Cork_p1160013.jpg) *Licencia:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Contribuyentes:* User:David.Monniaux

**Archivo:Coomassie solution.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Coomassie\\_solution.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Coomassie_solution.jpg) *Licencia:* Creative Commons Attribution 2.0 *Contribuyentes:* FlickrLickr, FlickreviewR, Jacopo Werther, Nilfanion, Nina, PatriciaR, Rmhermen, TimVickers

**Archivo:Eppendorf tubes.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Eppendorf\\_tubes.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Eppendorf_tubes.jpg) *Licencia:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Contribuyentes:* Masur, 1 ediciones anónimas

**Archivo:Alambique.jpg** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Alambique.jpg> *Licencia:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Contribuyentes:* BigSus

**Archivo:Alembic for distillation.png** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Alembic\\_for\\_distillation.png](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Alembic_for_distillation.png) *Licencia:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Contribuyentes:* user:gene.arboit

**Archivo:ES-SeparatingFunnel.png** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:ES-SeparatingFunnel.png> *Licencia:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Contribuyentes:* DavoO

**Archivo:Separatory funnel-diagrams.svg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Separatory\\_funnel-diagrams.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Separatory_funnel-diagrams.svg) *Licencia:* GNU Free Documentation License *Contribuyentes:* Wersję rastrową wykonał użytkownik polskiego projektu wikipedii: Polimerex, Zweektoryzował: Krzysztof Zajączkowski

**Archivo:Separatory funnel.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Separatory\\_funnel.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Separatory_funnel.jpg) *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Itsmine

**Archivo:Separatory funnel with oil and colored water.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Separatory\\_funnel\\_with\\_oil\\_and\\_colored\\_water.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Separatory_funnel_with_oil_and_colored_water.jpg) *Licencia:* Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0 *Contribuyentes:* PRHaney

**Archivo:Scheitrichter.JPG** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Scheitrichter.JPG> *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Markdegeus

**Archivo:Druppelteller.JPG** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Druppelteller.JPG> *Licencia:* GNU Free Documentation License *Contribuyentes:* Aaron Brenneman, Nieuw

**Archivo:Wiktionary-logo-es.png** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Wiktionary-logo-es.png> *Licencia:* logo *Contribuyentes:* es:Usuario:Pybalo

**Archivo:Kipp apparatus.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Kipp\\_apparatus.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Kipp_apparatus.jpg) *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Carl Remigius Fresenius

**Archivo:Enotnoir.png** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Enotnoir.png> *Licencia:* Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0,2.5,2.0,1.0 *Contribuyentes:* Nicolas Maurin

**Archivo:Entonnoirs verre.JPG** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Entonnoirs\\_verre.JPG](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Entonnoirs_verre.JPG) *Licencia:* Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0,2.5,2.0,1.0 *Contribuyentes:* Nickele

**Archivo:Erlenmeyer flask hg.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Erlenmeyer\\_flask\\_hg.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Erlenmeyer_flask_hg.jpg) *Licencia:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contribuyentes:* Hannes Grobe 19:04, 3 September 2006 (UTC)

**Archivo:Embudo Büchner.jpeg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Embudo\\_Büchner.jpeg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Embudo_Büchner.jpeg) *Licencia:* Public domain *Contribuyentes:* Eloy, Luigi Chiesa, Nard the Bard, Tano4595

**Archivo:Matrazaforado.jpg** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Matrazaforado.jpg> *Licencia:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Contribuyentes:* GeorgHH, Karelj, Skaller

**Archivo:Szalka petriego.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Szalka\\_petriego.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Szalka_petriego.jpg) *Licencia:* GNU Free Documentation License *Contribuyentes:* H Padleckas, Karelj, Miaow Miaow

**Archivo:Measuring cylindertrue colour.png** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Measuring\\_cylindertrue\\_colour.png](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Measuring_cylindertrue_colour.png) *Licencia:* GNU Free Documentation License *Contribuyentes:* Dirk Hünninger, Josette, Karelj

**Archivo:Graduated cylinder.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Graduated\\_cylinder.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Graduated_cylinder.jpg) *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Haltopub, Karelj, Pieter Kuiper

**Archivo:My retort.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:My\\_retort.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:My_retort.jpg) *Licencia:* Public domain *Contribuyentes:* 6. клас, Chatsam, Nk, Spiritia, Toto-tarou

**Archivo:Viscosimetro di Engler.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Viscosimetro\\_di\\_Engler.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Viscosimetro_di_Engler.jpg) *Licencia:* Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 *Contribuyentes:* Geppisimone

**Archivo:Ubbelohde.jpg** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Ubbelohde.jpg> *Licencia:* Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported *Contribuyentes:* Original uploader was Jcwf at nl.wikipedia

**Archivo:Copper Tube Evaporator.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Copper\\_Tube\\_Evaporator.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Copper_Tube_Evaporator.jpg) *Licencia:* Creative Commons Attribution-Share Alike *Contribuyentes:* Neurotronix

**Archivo:Soxhlet.jpg** *Fuente:* <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Soxhlet.jpg> *Licencia:* GNU Free Documentation License *Contribuyentes:* User:Polimerex

**Archivo:Soxhlet extractor.png** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Soxhlet\\_extractor.png](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Soxhlet_extractor.png) *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Quantockgoblin

**Archivo:PROBÓWKI ubt.svg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:PROBÓWKI\\_ubt.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:PROBÓWKI_ubt.svg) *Licencia:* Creative Commons Attribution 2.5 *Contribuyentes:* user:tsca

**Archivo:Fractional distillation lab apparatus.svg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Fractional\\_distillation\\_lab\\_apparatus.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Fractional_distillation_lab_apparatus.svg) *Licencia:* GNU Free Documentation License *Contribuyentes:* derivative work: John Kershaw (talk) Fractional\_distillation\_lab\_apparatus.png: User:Theresa knott

**Archivo:Toluene with sodium-benzophenone.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Toluene\\_with\\_sodium-benzophenone.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Toluene_with_sodium-benzophenone.jpg) *Licencia:* Creative Commons Attribution 3.0 *Contribuyentes:* Original uploader was Rifleman 82 at en.wikipedia

**Archivo:Vigreux column.jpg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Vigreux\\_column.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Vigreux_column.jpg) *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* en>User:Dennyboy34.

**Archivo:Liebig condenser.svg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Liebig\\_condenser.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Liebig_condenser.svg) *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Emha, Karelj, Tooto

**Archivo:Graham condensers.png** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Graham\\_condensers.png](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Graham_condensers.png) *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Quantockgoblin

**Archivo:Dimroth condenser.png** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Dimroth\\_condenser.png](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Dimroth_condenser.png) *Licencia:* GNU Free Documentation License *Contribuyentes:* Original uploader was Alljal at ja.wikipedia

**Archivo:Allihn condenser.svg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Allihn\\_condenser.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Allihn_condenser.svg) *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Quantockgoblin, SVG by User:Jxjl

**Archivo:Friedrich condenser.svg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Friedrich\\_condenser.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Friedrich_condenser.svg) *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Ryanaxp

**Archivo:Chłodnice przepływowe 1 ubt.svg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Chłodnice\\_przepływowe\\_1\\_ubt.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Chłodnice_przepływowe_1_ubt.svg) *Licencia:* Creative Commons Attribution 2.5 *Contribuyentes:* Tomasz Siemicki (tsca) (na podst. rysunku Polimerka)

**Archivo:Graham condenser.svg** *Fuente:* [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Graham\\_condenser.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Graham_condenser.svg) *Licencia:* Public Domain *Contribuyentes:* Quantockgoblin

**Archivo:Cold fingers.svg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Cold\\_fingers.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Cold_fingers.svg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Original PNG by User:Quantockgoblin, SVG adaptation by User:Slashme

**Archivo:Glasstab.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Glasstab.jpg> Licencia: Public domain Contribuyentes: Original uploader was Gmhofmann at de.wikipedia

**Image:Distillation flask e17.png** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Distillation\\_flask\\_e17.png](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Distillation_flask_e17.png) Licencia: Creative Commons Attribution 3.0 Contribuyentes: Endimion17

**Image:Buchner Flask.PNG** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Buchner\\_Flask.PNG](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Buchner_Flask.PNG) Licencia: Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 Contribuyentes: User:H Padleckas

**Image:Claisen distillation flask e17.png** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Claisen\\_distillation\\_flask\\_e17.png](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Claisen_distillation_flask_e17.png) Licencia: Creative Commons Attribution 3.0 Contribuyentes: Endimion17

**Image:Drechsel bottle e17.png** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Drechsel\\_bottle\\_e17.png](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Drechsel_bottle_e17.png) Licencia: Creative Commons Attribution 3.0 Contribuyentes: Endimion17

**Image:Flasza.Woulfa.png** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Flasza.Woulfa.png> Licencia: desconocido Contribuyentes: Mion, Rocket000

**Archivo:Beaker.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Beaker.jpg> Licencia: Public Domain Contribuyentes: Amada44, H Padleckas, Leevclarke, Reytan, Saperaud

**Archivo:Vaso precipitados.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Vaso\\_precipitados.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Vaso_precipitados.jpg) Licencia: Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 Contribuyentes: Andrés Díaz

**Archivo:Beakers diagrams.svg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Beakers\\_diagrams.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Beakers_diagrams.svg) Licencia: GNU Free Documentation License Contribuyentes: Wersje rastrową wykonał użytkownik polskiego projektu wikipedii: Polimerek, Zwektoryzował: Krzysztof Zajączkowski

**Imagen:Caesium fluoride.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Caesium\\_fluoride.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Caesium_fluoride.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: User:Walkerma

**Image:Pycnometer full.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Pycnometer\\_full.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Pycnometer_full.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Slashme

**Archivo:Spoon Spatula.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Spoon\\_Spatula.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Spoon_Spatula.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Ashellwig

**Archivo:Plamuurmes.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Plamuurmes.jpg> Licencia: GNU Free Documentation License Contribuyentes: M.Minderhoud

**Archivo:Laboratory clamps-different types.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Laboratory\\_clamps-different\\_types.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Laboratory_clamps-different_types.jpg) Licencia: desconocido Contribuyentes: Original uploader was Polimerek at pl.wikipedia

**Archivo:Titration Apparatus.png** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Titration\\_Apparatus.png](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Titration_Apparatus.png) Licencia: Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0 Contribuyentes: Ivan Akira

**Archivo:Boss Head Right Angle.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Boss\\_Head\\_Right\\_Angle.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Boss_Head_Right_Angle.jpg) Licencia: Creative Commons Attribution-Sharealike 2.0 Contribuyentes: Ansgar Hellwig

**Archivo:Magnetic Stirrer.JPG** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Magnetic\\_Stirrer.JPG](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Magnetic_Stirrer.JPG) Licencia: GNU Free Documentation License Contribuyentes: User:Ruhfrisch

**File:Platinum loop.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Platinum\\_loop.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Platinum_loop.jpg) Licencia: GNU Free Documentation License Contribuyentes: Karelj, ぼやお

**Archivo:Autoclave(1).JPG** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Autoclave\(1\).JPG](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Autoclave(1).JPG) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Dennis, Razel, Thuresson, Yakudza

**Archivo:Melag Autoclave 01.JPG** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Melag\\_Autoclave\\_01.JPG](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Melag_Autoclave_01.JPG) Licencia: GNU General Public License Contribuyentes: Sterilgutassistentin

**Archivo:Bain-marie.JPG** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Bain-marie.JPG> Licencia: GNU Free Documentation License Contribuyentes: Aiko, Antoinel, Ies, Man vyi, 1 ediciones anónimas

**Image:Tabletop centrifuge.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Tabletop\\_centrifuge.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Tabletop_centrifuge.jpg) Licencia: Creative Commons Attribution 1.0 Generic Contribuyentes: Magnus Manske

**Archivo:Bunsen burner.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Bunsen\\_burner.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Bunsen_burner.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Admrboltz, Polimerek, Saperaud

**Archivo:Bunsen burner flame types .jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Bunsen\\_burner\\_flame\\_types\\_.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Bunsen_burner_flame_types_.jpg) Licencia: GNU Free Documentation License Contribuyentes: Arthur Jan Fijałkowski

**Archivo:Pcr machine.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Pcr\\_machine.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Pcr_machine.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: User:Magnus Manske

**Archivo:Czochralski method crucibles.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Czochralski\\_method\\_crucibles.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Czochralski_method_crucibles.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Twisp, Wesh

**Archivo: melting crucible.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Melting\\_crucible.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Melting_crucible.jpg) Licencia: Public domain Contribuyentes: Ies, Maksim, Pieter Kuiper, Wesh, Wikipeder

**Archivo: Czochralski method used crucible 1.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Czochralski\\_method\\_used\\_crucible\\_1.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Czochralski_method_used_crucible_1.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Twisp, Wesh, 1 ediciones anónimas

**Archivo: Buchner funnel.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Buchner\\_funnel.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Buchner_funnel.jpg) Licencia: GNU Free Documentation License Contribuyentes: ja>User:Alljal.

**Archivo: X-ray microcalorimeter diagram.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: X-ray\\_microcalorimeter\\_diagram.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: X-ray_microcalorimeter_diagram.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Duesentrieb, Karelj, Keenan Pepper, Quadell

**Archivo: Spektrometr.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Spektrometr.jpg> Licencia: Public Domain Contribuyentes: Murąg

**Archivo: PHmeter basic.JPG** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: PHmeter\\_basic.JPG](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: PHmeter_basic.JPG) Licencia: Creative Commons Attribution-Share Alike Contribuyentes: Retama

**Archivo: Hydrometer.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Hydrometer.jpg> Licencia: Public Domain Contribuyentes: Hakonen at de.wikipedia

**Archivo: burette.svg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Burette.svg> Licencia: Public Domain Contribuyentes: Mysid (original by Quantockgoblin)

**Archivo: Pipetten.JPG** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Pipetten.JPG> Licencia: Public Domain Contribuyentes: Luigi Chiesa, Masur, Newbie, Pieter Kuiper, TeleComNasSprVen, 2 ediciones anónimas

**Archivo: Infrared dog.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Infrared\\_dog.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Infrared_dog.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: NASA/IPAC

**Archivo: Termometro Breguet.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Termometro\\_Breguet.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Termometro_Breguet.jpg) Licencia: Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0 Contribuyentes: Je navesnik

**Archivo: SpiritTherm02.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: SpiritTherm02.jpg> Licencia: Public Domain Contribuyentes: Chemical Engineer

**Archivo: Gluehfadenpyrometer.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Gluehfadenpyrometer.jpg> Licencia: Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported Contribuyentes: Geni, Inductiveload, MichiK

**Archivo: Psicrometro.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Psicrometro.jpg> Licencia: Creative Commons Attribution-ShareAlike 3.0 Unported Contribuyentes: Luigi Chiesa

**Archivo: Sling psychrometer.JPG** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Sling\\_psychrometer.JPG](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Sling_psychrometer.JPG) Licencia: Public Domain Contribuyentes: CambridgeBayWeather, Luigi Chiesa, Saperaud

**Archivo: Clinical thermometer 38.7.JPG** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Clinical\\_thermometer\\_38.7.JPG](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Clinical_thermometer_38.7.JPG) Licencia: GNU Free Documentation License Contribuyentes: Menchi

**Archivo: Digitales Fieberthermometer 2.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Digitales\\_Fieberthermometer\\_2.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Digitales_Fieberthermometer_2.jpg) Licencia: Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 Contribuyentes: Simon Schoar

**Archivo: Termógrafo.JPG** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Termógrafo.JPG> Licencia: Creative Commons Attribution 3.0 Contribuyentes: Gelpigm22 (Sergio Panei Pitrau)

**Archivo: Digital thermometer.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Digital\\_thermometer.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Digital_thermometer.jpg) Licencia: Creative Commons Attribution-Sharealike 2.5 Contribuyentes: Xell

**Archivo: TermometroDeGas.png** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: TermometroDeGas.png> Licencia: Public Domain Contribuyentes: Kuroisam

**Archivo: Minimum-Maximum Thermometer.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Minimum-Maximum\\_Thermometer.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Minimum-Maximum_Thermometer.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: user:Uwe W.

**Image: Thermistor.svg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Thermistor.svg> Licencia: Public Domain Contribuyentes: jbbard

**Archivo: Ntc simbolo.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Ntc\\_simbolo.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo: Ntc_simbolo.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Tolopito

**Archivo:Ptc simbolo.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Ptc\\_simbolo.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Ptc_simbolo.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Tolopito

**Archivo:Termistor autocalentamiento.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Termistor\\_autocalentamiento.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Termistor_autocalentamiento.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Tolopito

**Archivo:Rtdconstruction.gif** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Rtdconstruction.gif> Licencia: desconocido Contribuyentes: Original uploader was Psanderson at en.wikipedia

**Archivo:Termost50Amp.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Termost50Amp.jpg> Licencia: Public Domain Contribuyentes: Josefus2003

**Archivo:Termost5Amp.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Termost5Amp.jpg> Licencia: Public Domain Contribuyentes: Josefus2003

**Archivo:TermostatoGas.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:TermostatoGas.jpg> Licencia: Creative Commons Attribution 3.0 Contribuyentes: Josefus2003

**File:Termostato de gas encerrado.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Termostato\\_de\\_gas\\_encerrado.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Termostato_de_gas_encerrado.jpg) Licencia: Creative Commons Attribution-Sharealike 3.0 Contribuyentes: User:Ddmlls

**Archivo:carthermostat.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Carthermostat.jpg> Licencia: GNU Free Documentation License Contribuyentes: 1-1111, Andy Dingley, Hoikka1, JMCC1, Josefus2003, Túrelio, 1 ediciones anónimas

**Archivo:NTC bead.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:NTC\\_bead.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:NTC_bead.jpg) Licencia: Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0 Germany Contribuyentes: Ansgar Hellwig

**Image:Gas Washing Bottle.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Gas\\_Washing\\_Bottle.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Gas_Washing_Bottle.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Ansgar Hellwig

**Archivo:Round bottomed flask half full.png** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Round\\_bottomed\\_flask\\_half\\_full.png](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Round_bottomed_flask_half_full.png) Licencia: Public domain Contribuyentes: Acdx, H Padleckas, Jacj, Karelj, 1 ediciones anónimas

**Archivo:Distillation flask e17.png** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Distillation\\_flask\\_e17.png](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Distillation_flask_e17.png) Licencia: Creative Commons Attribution 3.0 Contribuyentes: Endimion17

**Archivo:cold fingers.svg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Cold\\_fingers.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Cold_fingers.svg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Original PNG by User:Quantockgoblin, SVG adaptation by User:Slashme

**image:Cp2NiSublimate.jpg** Fuente: <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Cp2NiSublimate.jpg> Licencia: Public Domain Contribuyentes: Smokefoot

**image:Camphor sublimation 1.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Camphor\\_sublimation\\_1.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Camphor_sublimation_1.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Rifleman 82

**image:Cold finger 1.jpg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Cold\\_finger\\_1.jpg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Cold_finger_1.jpg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Rifleman 82

**image:Sublimation apparatus.svg** Fuente: [http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Sublimation\\_apparatus.svg](http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Archivo:Sublimation_apparatus.svg) Licencia: Public Domain Contribuyentes: Original PNG by User:Quantockgoblin, SVG adaptation by User:Slashme

# Licencia

---

Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported  
[//creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/)

---