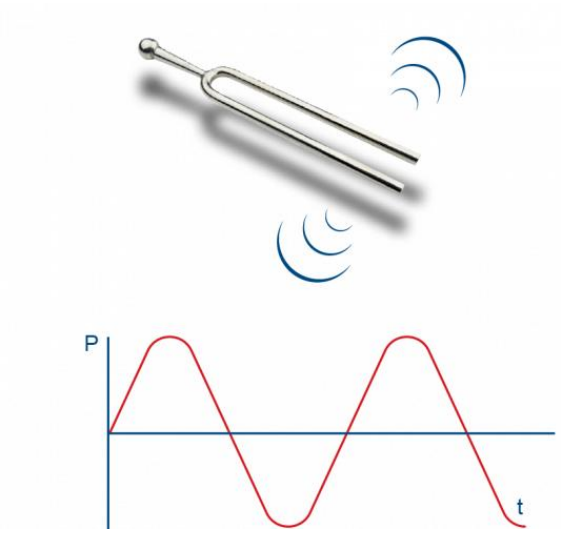
¿Cómo funciona realmente la medición de la densidad de líquidos?
¿Qué es la medición de densidad digital basada en el principio del tubo en U?



Si nos fijamos en un diapasón, podemos producir un sonido característico con un golpe mecánico. Este sonido es el resultado de la vibración en la que se colocó el diapasón. La masa del diapasón es decisiva para el tono y, por tanto, para la frecuencia de vibración.
Esta relación se utiliza en la medición de densidad digital basada en el principio del tubo en U oscilante. El capilar extremadamente fino se estimula para que oscile piezoeléctrica o magnéticamente a una frecuencia característica.
La frecuencia natural resultante del oscilador de flexión depende de la masa de la muestra cargada. Esta frecuencia se puede medir con mucha precisión y convertirse en la densidad de la muestra.
La relación física entre la frecuencia de oscilación (recíproca de la duración del período) y la densidad es muy simple y lineal. Por este motivo, la calibración normalmente sólo es posible con dos estándares: aire y agua.

¿Qué es la densidad?

La densidad ρ es una cantidad característica de los materiales e indica la relación entre la masa m y el volumen V. Se expresa en g/cm^3 o kg/m^3. La temperatura de la muestra es una de las variables que influyen más significativamente para una medición altamente precisa. Por lo tanto, es esencial que los densímetros modernos deban estar equipados con un control eficaz de la temperatura en la sala de medición.

Relación de densidad a temperatura.

Temperatura [°C]	Agua ultrapura [kg/m^3]	Aire [kg/m^3]
4	999,972	1.270
20	998,203	1.205
60	983,191	1.060

Por lo tanto, un cambio de temperatura de 0,1 °C influye en la densidad entre 0,1 y 0,3 kg/m^3.

c/ Penedés, 46
08820 El Prat de Llobregat
Barcelona · Tel. +34 934 787 161
barcelona@instru.es

c/ Isabel Colbrand, 10
Nave 89 · 28050 Madrid
Tel. +34 913 588 879
madrid@instru.es

www.instru.es
©2025. Todos los derechos reservados.

La medición de la densidad también se utiliza a menudo para determinar las concentraciones de mezclas de fluidos. En sentido estricto, esto se aplica a mezclas de dos sustancias, también conocidas como sistemas binarios. Se pueden crear amplias tablas de concentración en DS7800 para que nuestros clientes faciliten las mediciones diarias. Sin embargo, la medición digital de la densidad también puede resultar muy beneficiosa a la hora de analizar soluciones complejas como la cerveza o los zumos de frutas.

3 métodos de medición y las ventajas de la medición digital de la densidad

Areómetro

El areómetro funciona según el principio de flotabilidad en función de la masa. El flotador de vidrio se hunde en la muestra líquida hasta que su fuerza de peso dependiente de la masa y la fuerza de flotación están en equilibrio. La densidad que corresponde a la profundidad de inmersión se muestra en la escala dentro de la columna del flotador.

Un areómetro es económico pero difícil de leer en caso de muestras muy viscosas u oscuras y muy frágil. También requiere un volumen de muestra de al menos 100 ml y la precisión máxima de 0,001 g/cm^3 exige un control de temperatura exacto y prolongado.

Picnómetro

El picnómetro , un matraz de vidrio cuyo volumen interior se puede determinar y reproducir con gran precisión, es un dispositivo que se utiliza para medir la densidad gravimétrica.

Primero se pesa el matraz vacío y luego el que está lleno con la muestra líquida. Luego se calcula la densidad a partir del peso medido de la muestra.

Un picnómetro se puede utilizar para un amplio rango de temperatura y presión y es más preciso que un areómetro. Sin embargo, la medición requiere varias horas debido al complicado pesaje y requiere personal cualificado.

Oscilador de tubo en U

Este método aprovecha el hecho de que la frecuencia de oscilación de un cuerpo es función de su masa. Se llena un capilar en forma de U con la muestra líquida y se inducen oscilaciones piezoeléctricas o magnéticas. La masa y, por tanto, la densidad de la muestra se puede calcular a partir de la frecuencia propia resultante del oscilador de tubo en U.

Los densímetros que utilizan el método del tubo en U oscilante permiten una medición muy precisa a una temperatura controlada y con resultados fácilmente reproducibles en cuestión de minutos, requieren un volumen de muestra de no más de 1 ml y son fáciles de manejar.

Aplicaciones del medidor de densidad.

©2025. Todos los derechos reservados.

Un control de calidad integral que cubra todo el proceso de producción es imprescindible en cualquier sector industrial. Para ello se utilizan frecuentemente mediciones de densidad, especialmente en la industria farmacéutica, química, petroquímica, así como en la industria alimentaria y de bebidas. Permiten al fabricante analizar materias primas, productos semiacabados y acabados, así como los pasos de fabricación en términos de una serie de factores.

La densidad se puede utilizar para identificar sustancias, determinar su calidad o pureza y medir su concentración en mezclas binarias o cuasi binarias. De él también se pueden deducir las conversiones de sustancias y la dinámica de las reacciones. En combinación con otros métodos como la refractometría que mide el índice de refracción de sustancias, la medición de la densidad permite hacer afirmaciones precisas sobre la calidad de cada paso del proceso de producción. Esto requiere que las muestras medidas se mantengan a una temperatura exacta, ya que la densidad depende en gran medida de la temperatura. Un cambio de 0,1 °C significaría una desviación del valor de medición entre 0,0001 y 0,0003 g/cm^3.

Sin embargo, en las condiciones económicas generales actuales, unos resultados de medición fiables no son suficientes. La presión cada vez mayor de costes y eficiencia exige soluciones de medición de densidad que puedan integrarse fácilmente en cualquier proceso de producción, administrarse con muy pocos volúmenes de muestra y ofrecer resultados rápidos. De los tres métodos de medición de densidad que se utilizan hoy en día (el método areométrico, picnométrico y del tubo en U oscilante), el último método cumple mejor con estos requisitos.

Normas y directivas.

Los densímetros digitales utilizan el oscilador de tubo en U y están diseñados y utilizados de acuerdo con las normas. Quienes utilizan densímetros según especificaciones normativas pueden garantizar que las mediciones sean correctas y funcionen según procedimientos reproducibles. Hemos recopilado una descripción general de las normas y directrices que se refieren a los densímetros.

Medición según especificaciones normativas.

En la analítica, la comparabilidad de los resultados de las mediciones tiene una importancia fundamental. Por lo tanto, los procesos analíticos modernos se basan en especificaciones y reglas

©2025. Todos los derechos reservados.

establecidas en normas nacionales e internacionales.
Las normas en tecnología de medición describen términos, métodos de medición y unidades de medida. Las normas también regulan las funciones de red estandarizando las interfaces, la comunicación y la transmisión segura de datos. Permiten un acuerdo de calidad para estándares y tolerancias. Aunque no es jurídicamente vinculante, el comercio normativo conlleva una gran seguridad jurídica para el usuario. Facilita la selección de dispositivos y así asegura los propios procesos y la calidad del producto. Los densímetros también se diseñan y utilizan de acuerdo con las normas. Las normas para medir la densidad regulan, bajo el aspecto de "mejores prácticas", las condiciones ambientales y la preparación de muestras, así como las tolerancias de medición, las propiedades y las características del equipo de un dispositivo o los certificados de equipos de calibración e instrumentos de prueba. Quien utiliza densímetros según las especificaciones normativas puede garantizar que las mediciones sean correctas y funcionen según procedimientos reproducibles.

Para que le resulte más fácil elegir el densímetro adecuado para su aplicación, **clique aquí** para ver la descripción general de todas las normas y directrices que se refieren a los densímetros.

Densímetros y muestras.

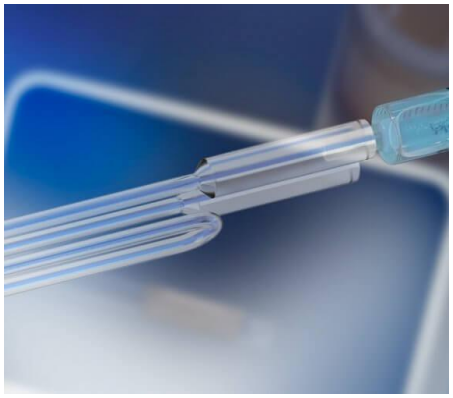
La densidad como parámetro físico fundamental proporciona referencias importantes para muchos otros parámetros y también para realizar conversiones en la rutina diaria del laboratorio. Ofrecemos juegos de densímetros adecuados para diferentes métodos de trabajo y de acuerdo con el tipo de muestra o los requisitos de precisión. Para su orientación hemos recopilado un resumen de muestras y sustancias típicas con datos sobre la densidad.

Muestras y densidad ρ [kg/dm3]
La densidad como parámetro físico fundamental proporciona referencias importantes para muchos otros parámetros y también para realizar conversiones en la rutina diaria del laboratorio. Lo más importante es que permite mediciones de concentración y contenido de alta precisión. En cooperación y con la estrecha participación de la industria y la ciencia, A, Krüss Optronic ha desarrollado densímetros estables y fáciles de usar con una celda de medición de vidrio oscilante, que satisfacen altas exigencias en cuanto a precisión, velocidad y volumen de muestra requerido.
Ofrecemos juegos de densímetros adecuados para diferentes métodos de trabajo y de acuerdo con el tipo de muestra o los requisitos de precisión.

Clique aquí para ver un listado de muestras y sustancias típicas ordenadas alfabéticamente. La mayoría de los datos se dan con 3 posiciones decimales de densidad como g/cm^3 con una temperatura de referencia de 20 °C.

©2025. Todos los derechos reservados.

Soluciones de limpieza para diferentes muestras.



El oscilador de tubo en U se limpia enjuagándolo con el medio apropiado suministrado con una jeringa o bomba peristáltica. En esta descripción general, hemos resumido sugerencias de limpieza específicas de muestra.

Opciones de limpieza para diferentes muestras.

Para la célula de medición es especialmente importante limpiarla inmediatamente después de la medición. Dependiendo de la muestra a medir, se debe seleccionar un disolvente adecuado para la limpieza. Incluso puede tener sentido realizar la limpieza con dos disolventes diferentes para ahorrar tiempo durante el secado posterior. Esto puede ser especialmente importante cuando se utiliza un muestreador automático.

El oscilador de tubo en U se limpia enjuagándolo con el medio apropiado suministrado con una jeringa o bomba peristáltica. Basta con pulsar una tecla para que la unidad de secado elimine todos los residuos líquidos. Además, los procedimientos de limpieza se pueden configurar con secado semiautomático o totalmente automático.

Si el oscilador de tubo en U está limpio y seco se puede determinar mediante una medición de prueba. El aire seco a 20°C y la presión normal del aire deberían dar una lectura de aproximadamente 0,0012 g/cm^3. El tiempo de secado se puede acortar significativamente con un disolvente volátil. En esta descripción general, hemos resumido sugerencias de limpieza específicas de muestra.

Agentes de limpieza recomendados:

Muestra	Solución de limpieza 1	Solución de limpieza 2
Aromas, fragancias, perfumes.	Etanol, isopropanol	-
Cerveza	Agua, limpiador activo enzimático (3 % Mucasol ®)	Etanol
mosto original	Agua, limpiador activo enzimático (3 % Mucasol ®)	Etanol
Líquido de frenos (etilenglicol)	Xilol	-
Jabón líquido	Agua	Etanol
Conservante de madera a base de trementina.	benceno de limpieza	Etanol
Conservante de madera a base de agua	Agua	Etanol
Aceite de motor	benceno de limpieza	Acetona
zumo de naranja	Agua	Etanol
Zumo de frutas	Agua	Etanol
Poliamidas	cresol	-

c/ Penedés, 46
08820 El Prat de Llobregat
Barcelona · Tel. +34 934 787 161
barcelona@instru.es

c/ Isabel Colbrand, 10
Nave 89 · 28050 Madrid
Tel. +34 913 588 879
madrid@instru.es

www.instru.es

©2025. Todos los derechos reservados.

Muestra	Solución de limpieza 1	Solución de limpieza 2
Polímeros	cresol	-
aderezos para ensaladas	benceno de limpieza	Etanol
Mayonesa	benceno de limpieza	Etanol
Aceite lubricante	benceno de limpieza	Acetona
Bebidas espirituosas	Etanol	-
Champú	Agua	Etanol
Bebidas sin alcohol	Agua	Etanol
protector solar	benceno de limpieza	Etanol
Diésel, queroseno, combustible para aviones, fueloil	Limpieza de benceno, éter de petróleo.	acetona
cera, parafina	tolueno	Xilol, benceno limpiador.

Automatización con densímetros.

Los entornos de trabajo con un alto rendimiento de muestras necesitan soluciones para el procesamiento totalmente automatizado de todo el proceso, desde la introducción de la muestra hasta la limpieza y el secado, que sean flexibles, potentes y robustas.

Automatización con densímetros.
Máxima eficiencia y mayor ahorro de tiempo a través de opciones de automatización

Con los densímetros DS7700 y DS7800 (precisión: 0.001 y 0.0001 g/cm3 respectivamente) Set 3, Set 4 y Set 5, todo el proceso de medición se puede llevar a cabo de forma semiautomática o totalmente automática y sin intervención manual, desde el suministro de la muestra hasta la limpieza y el secado. Con la automatización total, las mediciones pueden ser independientes del usuario, durante la noche o los fines de semana. Esto aumenta la productividad y reduce los costos por medición. El muestreador automático AS80 o AS90 está integrado en la solución totalmente automática. Esto permite la medición desatendida de hasta 89 muestras. La interfaz de usuario del densímetro se puede utilizar para crear métodos de medición y procedimientos de limpieza individuales, así como plantillas de toma de muestras en cualquier número.

c/ Penedés, 46
08820 El Prat de Llobregat
Barcelona · Tel. +34 934 787 161
barcelona@instru.es

c/ Isabel Colbrand, 10
Nave 89 · 28050 Madrid
Tel. +34 913 588 879
madrid@instru.es

www.instru.es
©2025. Todos los derechos reservados.

Llenado y medición totalmente automáticos

Los densímetros DS7700 y DS7800 (precisión: 0.001 y 0.0001 g/cm3 respectivamente) con Set 4 o Set 5 que incluyen unidad de secado, bomba peristáltica y muestreador automático permiten un funcionamiento completamente automático. Las muestras de la placa giratoria del muestreador automático se retiran sucesivamente mediante la aguja de succión y la bomba peristáltica las aspira hacia el oscilador de tubo en U. Si lo desea, el sistema se puede enjuagar y secar automáticamente después de cada medición.

Llenado y medición semiautomáticos

El proceso semiautomático requiere la bomba peristáltica DS7070, que aspirará el volumen requerido de la muestra o del medio de limpieza hacia el oscilador del tubo en U. Dependiendo de qué unidad de secado integrada se utilice, no es necesario intercambiar el tubo de drenaje y el tubo de aire cuando se cambia del suministro de muestra o la limpieza al proceso de secado.

Artículo traducido de la web de A. KRÜSS Optronic GmbH por Instru.

©2025. Todos los derechos reservados.