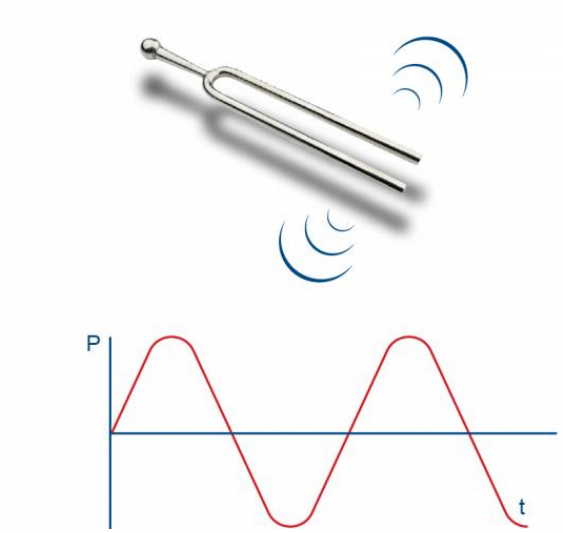
Como funciona, na prática, a medição da densidade de líquidos?
O que é a medição digital de densidade baseada no princípio do tubo em U?



Se observarmos um diapasão, podemos produzir um som característico com um golpe mecânico. Este som resulta da vibração em que o diapasão está posicionado. A massa do diapasão é crucial para a altura do som e, portanto, para a frequência de vibração.
Esta relação é utilizada na medição digital de densidade baseada no princípio do tubo em U oscilante. O capilar extremamente fino é estimulado a oscilar piezoelectricamente ou magneticamente a uma frequência característica.
A frequência natural resultante do oscilador flexural depende da massa da amostra carregada. Esta frequência pode ser medida com elevada precisão e convertida na densidade da amostra.
A relação física entre a frequência de oscilação (o inverso do período) e a densidade é muito simples e linear. Por esta razão, a calibração geralmente só é possível com dois padrões: ar e água.

O que é a densidade?

A densidadepé uma grandeza característicaE aíciência dos materiais e indica a relaçãoqualquern é a relação entre a massa m e o volume V. É expressa em g/cm^3.^{3}ou kg/m^3.A temperatura da amostra é uma das variáveis que influenciam mparaé significativamente importante para um medicamento.qualqueraltamente preciso.Assim, é essencial que a densidadeE aíOs metros modernos devem estar equipados com um controlo eficaz da temperatura na sala de medição.qualquern.

Relação densidade-temperatura.

Temperatura [°C]	Água ultrapura [kg/m^3]	Ar [kg/m^3]
4	999.972	1.270
20	998.203	1,205
60	983.191	1.060

Assim sendo, uma variação de temperatura de 0,1 °C influencia a densidade entre 0,1 e 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
Armazém 89 · 28050
Madrid
Tel. +34 913 588 879

www.instru.es
©2025. Todos os direitos reservados.

A medição da densidade é também frequentemente utilizada para determinar as concentrações de misturas de fluidos.Em rigor, isto também se aplica a misturas de duas substâncias.econhecidos como sistemas binários.É possível criar extensas tabelas de concentração.qualquern emDS7800para que os nossos clientes possam facilmente tirar medidas diárias.No entanto, o medicamentoqualquerA densidade digital tambémeO parâmetro n pode ser muito útil na análise de soluções complexas, como a cerveja ou os sumos de fruta.

3 métodos de medição e as vantagens da medição digital da densidade

Areómetro

Eleareómetro Funciona de acordo comouno princípio da flutuabilidade em funçãoqualquern da massa.A boia de vidro afunda-se na amostra.E aíflutuabilidade até à sua força peso dependente da massa e força de impulsãoqualquerninhoparan em equilíbrio.A densidade que corresponde à profundidade de imersão.qualquerO valor de n é apresentado na escala dentro da coluna de ponto flutuante.
Um contador de água é barato, mas difícil de ler em amostras muito viscosas ou escuras, além de ser muito frágil.Também̃en requer um volume de amostra de pelo menos 100 ml e a precisãoqualquernmparamáximo de 0,001 g/cm^{3}Requer um controlo de temperatura preciso e prolongado.

Picnómetro

Elepicnómetro Um frasco de vidro cujo volume interno pode ser determinado e reproduzido com grande precisão.qualquern é um dispositivo utilizado para medir a densidade gravitacional.eTrica. Primeiro, pesa-se o frasco vazio.E aíSerei mais tarde, aquele que éparapreenchido com a amostra lE aíquida.De seguida, a densidade é calculada a partir do peso medido da amostra.
Um picnómetro pode ser utilizado numa vasta gama de temperaturas e pressões e é mais preciso do que um contador de água.No entanto, o medicamentoqualquerO processo de pesagem é complexo e demora várias horas, além de exigir pessoal qualificado.

Oscilador de tubo em U

Este método aproveita o facto de a frequência de oscilação de um corpo ser uma função da sua massa.Um capilar em forma de U é preenchido com a amostra lE aíquida e são induzidas oscilações piezoelétricas ou magnéticas.A massa e, portanto, a densidade da amostra podem ser calculadas a partir da frequência natural resultante do oscilador de tubo em U.
Os densímetros que utilizam o método do tubo em U oscilante permitem medições muito precisas a uma temperatura controlada e com resultados facilmente reproduzíveis em questão de minutos, requerem um volume de amostra de, no máximo, 1 ml e são fáceis de manusear.

Aplicações do densímetro.

©2025. Todos os direitos reservados.

O controlo de qualidade abrangente, que cobre todo o processo de produção, é essencial em qualquer setor industrial. As medições de densidade são frequentemente utilizadas para este fim, especialmente nas indústrias farmacêutica, química, petroquímica, alimentar e de bebidas. Permitem aos fabricantes analisar as matérias-primas, os produtos semiacabados e acabados, bem como as etapas de fabrico, em termos de diversos fatores.

A densidade pode ser utilizada para identificar substâncias, determinar a sua qualidade ou pureza e medir a sua concentração em misturas binárias ou quase binárias. Pode também ser utilizada para deduzir conversões de substâncias e a dinâmica de reações. Em combinação com outros métodos, como a refratometria, que mede o índice de refração das substâncias, a medição da densidade permite obter informações precisas sobre a qualidade de cada etapa do processo produtivo. Isto requer que as amostras medidas sejam mantidas a uma temperatura precisa, uma vez que a densidade é altamente dependente da temperatura. Uma variação de 0,1 °C resultaria num desvio do valor medido entre 0,0001 e 0,0003 g/cm^3.

No entanto, nas condições económicas actuais, resultados de medição fiáveis por si só são insuficientes. A crescente pressão sobre os custos e a eficiência exige soluções de medição de densidade que possam ser facilmente integradas em qualquer processo de produção, operem com volumes de amostra muito pequenos e proporcionem resultados rápidos. Dos três métodos de medição de densidade atualmente em uso (os métodos areométrico, picnométrico e de tubo em U oscilante), este último é o que melhor satisfaz estes requisitos.

Regras e orientações.

Os densímetros digitais utilizam o oscilador de tubo em U e são concebidos e utilizados de acordo com as normas.Aqueles que usam tocasE aímetros segundosouAs especificações normativas podem garantir que as medições estão corretas e funcionam adequadamente.ouem procedimentos reproduzíveis.Compilámos uma descrição.qualquerEm geral, as regras e orientações que se referem a tocasE aímetros.

Medição de acordo com as especificações regulamentares.

Em análise de dados, a comparabilidade dos resultados das medições é de fundamental importância.Por conseguinte, os processos analíticos modernos baseiam-se em especificações e regras estabelecidas em

©2025. Todos os direitos reservados.

normas nacionais e internacionais. As normas em tecnologia de medição descrevem termos, métodos de medição e unidades de medida.As regras tambémeRegulam as funções da rede através da normalização de interfaces e comunicação.qualquere a transmissãoqualquerdados seguros.Permitem um acordo de qualidade para isso.paranormas e tolerâncias.Embora não seja legalE aíO comércio normativo, juridicamente vinculativo, implica uma grande segurança jurídica.E aíDica para o utilizador.Isto facilita a seleção.qualquernúmero de dispositivos e assim por dianteE aíGarante os próprios processos e a qualidade do produto.
Os densímetros são também concebidos e utilizados de acordo com as normas.As normas para a medição da densidade são regulamentadas sob o aspecto das "melhores práticas".parapráticas", as condições ambientais e a preparaçãoqualquernúmero de amostras, comoE aítais como tolerâncias de mediçãoqualquern, as propriedades e as característicasE aíespecificações de um dispositivo ou certificados de equipamento de calibraçãoqualquerinstrumentos de teste.Quem usa tocasE aímetros segundosouNas especificações normativas, pode garantir que as medições estão corretas e funcionam de acordo com procedimentos reprodutíveis.

Para facilitar a sua escolha do densímetro adequado à sua aplicação,Clique aquiPara ver a visão geral de todas as normas e diretrizes relacionadas com os densímetros.

Densímetros e amostras.

A densidade, como parâmetro físico fundamental, fornece referências importantes para muitos outros parâmetros, bem como para a realização de conversões na rotina diária do laboratório.Oferecemos jogos de tocaE aímedidores adequados para diferentes metudo a funcionar e de acordo com o tipo de amostra ou com os requisitos de precisão.qualquern.Para sua orientaçãoqualquerCompilámos um resumo das amostras e substâncias.E aípicas com dados sobre a densidade.

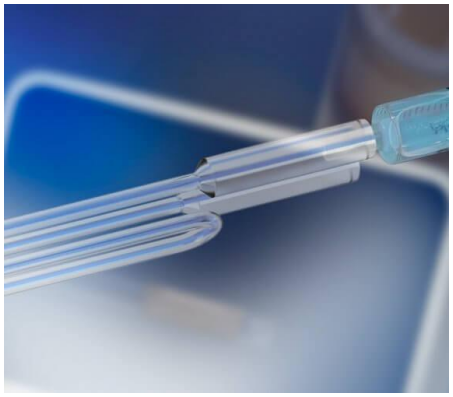
Amostras e densidadeρ[kg/dm3]

A densidade, como parâmetro físico fundamental, fornece referências importantes para muitos outros parâmetros, bem como para a realização de conversões na rotina diária do laboratório.ElesparaÉ importante que permita medições de concentração.qualquerconteúdo de alta precisãoqualquern.Em cooperaçãoqualquerNova Iorque com a participação activaqualquerA. Krüss Optronic, empresa líder nos setores industrial e científico, desenvolveu densímetros estáveis e fáceis de utilizar, com célula de medição de vidro oscilante, que cumprem as elevadas exigências em termos de precisão, velocidade e volume de amostra necessário. Oferecemos conjuntos de densímetros adequados para diferentes métodos de trabalho e de acordo com o tipo de amostra ou os requisitos de precisão.

Clique aquiPara ver uma lista de amostras e substâncias típicas organizadas por ordem alfabética.O mais antigoE aíOs dados são fornecidos com 3 casas decimais de densidade em g/cm^3.^{3}com uma temperatura de referência de 20°C.

©2025. Todos os direitos reservados.

Soluções de limpeza para diferentes amostras.



O oscilador em forma de U é limpo, enxaguando-o com o meio apropriado fornecido com uma seringa ou bomba peristáltica.Nesta descriçãoqualquerEm geral, resumimos sugestões de limpeza específicas para cada amostra.

Opções de limpeza para diferentes amostras.

Para a célula de medição, é especialmente importante limpá-la imediatamente após a medição.Dependendo da amostra a medir, deve ser seleccionado um solvente de limpeza adequado.Pode até fazer sentido realizar a limpeza com dois solventes diferentes para poupar tempo durante a secagem subsequente.Isto pode ser especialmente importante quando se utiliza um amostrador automático.paraCosta Rica.

O oscilador em forma de U é limpo, enxaguando-o com o meio apropriado fornecido com uma seringa ou bomba peristáltica.Basta premir um botão e a unidade de secagem removerá todos os resíduos.E aíquizzes.Além disso, os procedimentos de limpeza podem ser configurados com secagem semiautomática ou totalmente automática.

A limpeza e a secura do oscilador de tubo em U podem ser determinadas através de uma medição de teste.Ar seco a 20°C e o presidentequalquerA pressão atmosférica normal deveE aíe fornecem uma leitura de aproximadamente 0,0012 g/cm^{3}.^{3}.O tempo de secagem pode ser significativamente reduzido com um volume de solvente.paraaté.Nesta descriçãoqualquerEm geral, resumimos sugestões específicas de limpeza.E aíexemplos de figuras.

Produtos de limpeza recomendados:

Amostra	Solução de limpeza 1	Solução de limpeza 2
Aromas, fragrâncias, perfumes.	Etanol, isopropanol	-
Cerveja	Água, detergente enzimático ativo (3% Mucasol®)	Etanol
original deve	Água, detergente enzimático ativo (3% Mucasol®)	Etanol
Fluido dos travões (etilenoglicol)	Xileno	-
sabonete líquido	Água	Etanol
Preservativo de madeira à base de terebintina.	limpeza de benzeno	Etanol
Preservativo de madeira à base de água	Água	Etanol
Óleo de motor	limpeza de benzeno	Acetona

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

c/ Isabel Colbrand, 10
Armazém 89 · 28050
Madrid
Tel. +34 913 588 879

www.instru.es

©2025. Todos os direitos reservados.

Amostra	Solução de limpeza 1	Solução de limpeza 2
sumo de laranja	Água	Etanol
Sumo de frutas	Água	Etanol
Poliamidas	cresol	-
Polímeros	cresol	-
molhos para salada	limpeza de benzeno	Etanol
Maionese	limpeza de benzeno	Etanol
Óleo lubrificante	limpeza de benzeno	Acetona
Bebidas alcoólicas	Etanol	-
Xampu	Água	Etanol
Bebidas não alcoólicas	Água	Etanol
protetor solar	limpeza de benzeno	Etanol
Diesel, querosene, combustível de aviação, fuelóleo	Limpeza de benzeno e éter de petróleo.	acetona
cera, parafina	tolueno	Produto de limpeza de xileno e benzeno.

Automação com densímetros.

Os ambientes de trabalho com amostras de alto rendimento requerem soluções de processamento totalmente automatizadas para todo o processo, desde a introdução da amostra até à limpeza e secagem, que sejam flexíveis, potentes e robustas.

Automação com densímetros.
Máxima eficiência e maior poupança de tempo através de opções de automatização.

Com os densímetros DS7700 e DS7800 (precisão: 0,001 e 0,0001 g/cm3, respetivamente), nos conjuntos 3, 4 e 5, todo o processo de medição pode ser realizado de forma semiautomática ou totalmente automática e sem intervenção manual, desde o fornecimento da amostra até à limpeza e secagem.Com automaçãoqualquerNo total, as medições podem ser independentes do utilizador, durante a noite ou aos fins de semana.Isto aumenta a produtividade e reduz os custos por medição.qualquern.O amostrador automáticoparaAS80 ou AS90paraintegrado na soluçãoqualquertotalmente automáticoparatica.Isto permite a mediçãoqualquerColheita autónoma de até

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

c/ Isabel Colbrand, 10
Armazém 89 · 28050
Madrid
Tel. +34 913 588 879

www.instru.es
©2025. Todos os direitos reservados.

89 amostras.A interface do utilizador do densímetro pode ser utilizada para criar métodos de medição e procedimentos de limpeza individuais, bem como modelos de amostragem em qualquer número.

Enchimento e medição totalmente automáticos

Os densímetros DS7700 e DS7800 (precisão: 0,001 e 0,0001 g/cm3, respetivamente) com o Conjunto 4 ou o Conjunto 5, que incluem uma unidade de secagem, bomba peristáltica e amostrador automático, permitem um funcionamento totalmente automático.As amostras provenientes da plataforma giratória do amostrador automático são sucessivamente removidas pela agulha de sucção e aspiradas pela bomba peristáltica para o interior do oscilador em forma de U.Caso desejado, o sistema pode ser enxaguado e seco automaticamente.paralogicamente depoises de cada mediçãoqualquern.

Enchimento e medição semiautomáticos

O processo semiautomático requer a bomba peristáltica DS7070, que aspira o volume necessário da amostra ou do meio de limpeza para o interior do oscilador em forma de U.Dependendo do quêeÉ utilizada a unidade de secagem integrada; não é necessário trocar o tubo de drenagem e o tubo de ar quando se alterna entre o fornecimento ou limpeza da amostra e o processo de secagem.

Artigo traduzido do site da A. KRÜSS Optronic GmbH por Instru.

©2025. Todos os direitos reservados.