

TRAZABILIDAD EN LA CALIBRACION DE DENSIDAD

CENAM, Area Mecánica, División de Metrología de Masa
M. en C. Luis Omar Becerra Santiago; Ing. Félix Pezet Sandoval

97-02-25

Introducción

Las calibraciones de densidad ya sea de patrones, equipo de medición, y la determinación de sólidos y líquidos, se realizan por medio de comparación con un patrón de densidad.

Hace sólo algunos años se ha podido sustituir a la densidad del agua como máxima referencia en densidad (finales de los 70s), con los patrones sólidos de densidad fabricados en monocristal de silicio, cuarzo, zerodur, etc.

A partir de este tipo de patrones se pretende establecer toda la escala de densidad a nivel nacional.

Desarrollo

El principal problema de los patrones sólidos de densidad cuya incertidumbre relativa debe de ser menor que la incertidumbre de la densidad del agua, es su fabricación, ya que debe presentar una esfericidad casi perfecta, para poder medir el diámetro con una incertidumbre relativa de al menos 5×10^{-7} , la medición en si no representa el problema ya que existen instrumentos que nos pueden dar la dimensión con una incertidumbre menor, el problema en sí es la esfericidad ya que al calcular la incertidumbre del volumen se debe introducir la incertidumbre del radio ó diámetro, valor que depende de la esfericidad.

El acabado superficial también debe ser de alta calidad, ya que de ello depende la limpieza que deben tener este tipo de patrones.

Normalmente se están fabricando en esferas debido a la óptima relación entre superficie y volumen, menor superficie exterior contra mayor volumen del cuerpo, lo cual nos reduce al mínimo los problemas de contaminación superficial, además de que una esfera no presenta aristas agudas que fácilmente puedan ser fracturadas, lo que significa a un patrón de este tipo perder su valor calibrado.

Actualmente uno de los institutos que pueden proporcionar este tipo de esferas es CSIRO,

Division of Applied Physics, Australia, pero el costo es sumamente alto, (USD 20 000).

Una opción es conseguir una esfera que no necesariamente tiene que contar con una esfericidad perfecta y calibrarla por comparación con una esfera determinada dimensionalmente de algún otro laboratorio primario que cuente con ella, como el IMGC de Italia, o el PTB de Alemania, y realizar la transferencia a partir de este Patrón Sólido de Densidad.

* ver el siguiente esquema

Nota: Todas las incertidumbre que se muestran en el esquema son incertidumbres relativas

1.- Patrón nacional de masa del CENAM, identificado como kilogramo N° 21 fabricado en Platino Iridio.

Inc. rel. en masa $\pm 2,3 \times 10^{-9}$

2.- Patrón Nacional de Longitud del CENAM, laser Helio -Neón, estabilizado en Iodo.

Inc. rel. en frecuencia $\pm 2,5 \times 10^{-11}$

3.- Patrón Nacional de Densidad CENAM (No se cuenta aún con el), puede ser fabricado en Monocrystal de Silicio, o en cristal de Cuarzo. Determinado en masa por comparación con los patrones primarios de masa, y en volumen por métodos dimensionales (interferómetro laser).

Inc. rel. en densidad $\pm 1 \times 10^{-7}$

4.- Similar al punto 3 pero trazable a los patrones primarios de otro país como puede ser Alemania o Italia.

5.- Densidad del aire, calculada por medio de la fórmula del BIPM. Esta densidad se requiere prácticamente en todas las calibraciones de densidad.

Inc. rel. en densidad $\pm 4 \times 10^{-4}$

6.- Patrón Sólido de Densidad fabricado en algún tipo de vidrio o cristal, (debido a su bajo coeficiente de expansión volumétrica), calibrado por comparación con el Patrón Nacional de Densidad, utilizando un medio líquido de transferencia.

Inc. rel. $\pm 5 \times 10^{-6}$

7.- Agua pura Clase I ASTM. El agua tiene que ser producida un poco antes de utilizarse ya que se contamina muy fácilmente. El cálculo de la densidad del agua se realiza por medio de la ecuación (NIST, PTB).

Inc. rel. $\pm 1 \times 10^{-5}$

8.- Patrón Líquido de densidad, calibrado por comparación con el patrón sólido de densidad, por medio de pesadas hidrostáticas. Las características que debe tener este líquido es que debe ser estable y que no se contamine tan fácilmente como el agua, y de preferencia una coeficiente de tensión superficial menor al del agua.

Inc. rel. $\pm 1 \times 10^{-5}$

9.- Patrón Sólido de Densidad (Patrón de Trabajo), calibrado por comparación con el patrón sólido de densidad (6) utilizando algún medio líquido de transferencia, este patrón básicamente es utilizado para determinar la densidad de líquidos una incertidumbre menor a la que se pudiera obtener con el uso de picnómetros, densímetros de inmersión, o densímetros a frecuencia.

Inc. rel. $\pm 1 \times 10^{-5}$

10.- Este sólido es determinado en densidad por medio de pesadas hidrostáticas, utilizando como patrón de densidad agua o un patrón líquido. Al igual que el anterior estos sólidos sirven para determinar densidades de líquidos, pero con una incertidumbre mayor que la que se obtendría con el sólido anterior.

Inc. rel. $\pm 1 \times 10^{-4}$

11.- Densímetro a inmersión, comunmente llamado hidrómetro en el intervalo de medición cercano a la densidad del agua. Calibrado por medio de pesadas hidrostáticas o por comparación con otro densímetro (siempre calibrado en comparación con líquido patrón). Sirve para determinar la densidad de líquidos.

Inc. rel. $\pm 1 \times 10^{-4}$

12.- Densímetro a frecuencia, este tipo de densímetros normalmente se calibran con líquidos patrón y solo se utilizan para la determinación de la densidad de líquidos, en determinado intervalo de densidad.

Inc. rel. $\pm 1 \times 10^{-4}$

13.- Picnómetro, el picnómetro es un recipiente de volumen interior calibrado por métodos gravimétricos, utilizando un instrumento para pesar y algún líquido patrón en densidad.

Los picnómetros sirven para determinar densidad de pequeños sólidos y líquidos.

Inc. rel. $\pm 3 \times 10^{-4}$

14.- La densidad de líquidos se puede obtener por medio de pesadas hidrostáticas utilizando el patrón sólido de densidad (9)

Inc. rel. $\pm 1 \times 10^{-4}$

15.- La densidad de líquidos se puede obtener por medio del uso de un sólido (pesada hidrostática), Densímetro a inmersión (lectura directa), densímetro a frecuencia (lectura

directa), o por medio del picnómetro (método gravimétrico, utilizando balanza).

Inc. rel. $\pm 1 \times 10^{-3}$

16.- La densidad de sólidos se puede determinar por medio del uso de un líquido calibrado o por medio de un picnómetro si es lo suficientemente pequeño para que entre por el cuello del picnómetro y los suficientemente denso como para que la balanza lo pueda sentir.

Conclusiones

Cada eslabón en la cadena de trazabilidad representa una inversión mayor. Pero si se parte desde el patrón **6** del esquema, aunque se cuente con trazabilidad IMGIC, o PTB es suficiente para contar con incertidumbres adecuadas a las necesidades de los sectores productivos del país.

Si en un futuro se desea realizar investigación acerca de la redefinición del N° de Avogadro se puede implementar desde el patrón **3**.

Referencias

[1] DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD EN SÓLIDOS Y LÍQUIDOS - Luis Omar Becerra Santiago- CENAM - CNM-MMM-PT-0002 - 95-07-25

Copyright © 1997 Centro Nacional de Metrología
Todos los derechos reservados