

# Masa real y Masa convencional

## cuándo y cómo utilizar una u otra

Las determinaciones de masa del peso en el aire son desarrolladas en cualquier lugar de manera común. Por ejemplo: peso corporal, peso de ingredientes de una receta de cocina, peso de alimentos, peso de materias primas, peso de productos, etc. Y todas estas determinaciones de masa del peso en el aire son llevadas a cabo millones de veces cada día sin considerar el efecto de empuje del aire. Esto es debido a que los instrumentos para pesar utilizados para la determinación de masa son diseñados para indicar un valor que es proporcional a la fuerza gravitacional sobre un objeto reducida por el efecto de empuje del aire.



La indicación del instrumento para pesar en general tiene que ser corregido por el efecto de empuje del aire, cuando la exactitud requerida provoca que el efecto de empuje del aire sea muy significativo. El valor de esta corrección depende de la densidad del objeto y la densidad del aire. En el principio de las determinaciones de masa, el efecto de empuje del aire no fue entendido.

Para evitar el cálculo complicado de la corrección por empuje del aire en las pesadas comerciales, se definió el concepto de masa convencional del resultado del peso en el aire, publicado por la Organización Internacional de Metrología Legal (OIML), D 28 antes publicada como OIML R 33. Continuando con las determinaciones de masa en las pesadas comerciales (metrología legal) o fuera del laboratorio sin tomar en cuenta el efecto del empuje del aire.

### *Somos su Relevo a la Calidad*

*La Guía MetAs*, es el boletín periódico de MetAs & Metrologos Asociados.

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrologos Asociados, que deseamos compartir con nuestros colegas, usuarios, clientes, amigos y con todos aquellos relacionados con la metrología técnica e industrial.

Calle: Jalisco # 313. Colonia: Centro  
49 000, Cd. Guzmán, Zapotlán El Grande, Jalisco, México  
Teléfono & Fax: 01 (341) 4 13 61 23 & 4 14 69 12 con tres líneas  
E-mail: [lagueiametas@metas.com.mx](mailto:lagueiametas@metas.com.mx). Web: [www.metas.com.mx](http://www.metas.com.mx)

#### Servicios Metroológicos:

##### Laboratorios de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica, Vibraciones, Masa, Densidad y Volumen

##### Ingeniería:

Selección de Instrumentos, Desarrollo de Sistemas de Medición y Software, Reparación-Mantenimiento

##### Gestión Metroológica:

Subcontratación de Servicios, Outsourcing, Selección de Proveedores, Confirmación Metroológica

##### Centro de Consultoría:

Capacitación, Entrenamiento, Asesoría, Auditorías, Ensayos de Aptitud, Sistemas de Calidad

## EMPUJE DEL AIRE

El aire es un fluido, como tal, ejerce una fuerza de empuje sobre todos los objetos que rodea actuando contra la atracción gravitacional. El valor del empuje del aire es una función directa del volumen del objeto bajo consideración y la densidad del aire relativa (Volumen \* Densidad) alrededor de él. La densidad del aire depende de la temperatura, humedad y la presión atmosférica.

Por ejemplo: Una pesa de acero inoxidable de 1 kg con un volumen de 125 cm<sup>3</sup> y una densidad del aire de 1,2 kg·m<sup>-3</sup>, se ejerce una fuerza de empuje de 150 mg sobre la pesa de acero inoxidable. Y si la densidad del aire varía entre 1,1 kg·m<sup>-3</sup> y 1,3 kg·m<sup>-3</sup>, es equivalente a un cambio de ± 12,5 mg en el peso de la pesa de acero inoxidable.

## MASA CONVENCIONAL

La recomendación internacional OIML D 28 esencialmente provee un conjunto de condiciones de referencia, las cuales definen la masa aparente, masa convencional o el valor convencional del resultado del peso en el aire de una pesa, a 20 °C, como la masa “real” de una pesa de referencia de densidad 8 000 kg·m<sup>-3</sup>, que justamente se balancea cuando la densidad del aire es 1,2 kg·m<sup>-3</sup> (aire de composición típica, exactamente a 20 °C, presión atmosférica de 1 013,90 hPa (760,5 mmHg), y una humedad relativa de 50 % HR). En la práctica estas condiciones no se realizarán exactamente y pequeñas correcciones matemáticas para temperatura, densidad del material y densidad del aire tendrán que ser aplicadas para presentar los resultados de manera hipotética con un aire “normal” bajo condiciones “perfectas”. La masa convencional fue formalmente llamada “masa aparente vs. 8 000 kg·m<sup>-3</sup>” en los Estados Unidos.

Condiciones de  
Referencia de  
Masa  
Convencional

20 °C  
8 000 kg·m<sup>-3</sup>  
1, 2 kg·m<sup>-3</sup>

## MASA APARENTE

La masa aparente de un objeto, es la masa que, a condiciones ambientales (20 °C, y densidad del aire de 1,2 kg·m<sup>-3</sup>), ejerce la misma fuerza sobre un instrumento para pesar como la misma de una masa de un material de referencia de densidad especificada. La densidades especificadas son 8 000 kg·m<sup>-3</sup> (aproximadamente la densidad del acero inoxidable), y 8 390,9 kg·m<sup>-3</sup> (20 °C, aproximadamente la densidad del bronce) que corresponden a las dos escalas de masa en uso actual.

El bronce fue el material más común para las pesas de los laboratorios estableciendo la densidad de referencia de 8 400 kg·m<sup>-3</sup>. El bronce fue reemplazado con el uso del acero inoxidable con una densidad de aproximadamente de 8 000 kg·m<sup>-3</sup>, estableciendo una nueva densidad de referencia. En el mundo real, la densidad ideal de 8 000 kg·m<sup>-3</sup> es raramente realizado. La mayoría de las pesas de acero inoxidable tienen densidades de 7 840 a 7 950 kg·m<sup>-3</sup>, aunque algunas de las nuevas pesas en el mercado están muy cercas a la densidad ideal de 8 000 kg·m<sup>-3</sup>.

## MASA REAL

La masa de un cuerpo relaciona la cantidad de materia que contiene, y no existe diferencia entre masa y masa real, La palabra “real” es algunas veces adherido a la palabra masa donde es importante hacer claro que un valor particular de masa no es masa convencional y particularmente importante para evitar esta ambigüedad potencial.

Masa es una medida de la cantidad de materia que tiene un objeto, siendo directamente relacionado al número y tipo de átomos que se presentan en un objeto. La masa no cambia con la posición del cuerpo, movimiento o alteración de su forma al menos que material es adherido o removido. La unidad de la masa en el SI es el kilogramo (abreviado como kg, masa real de exactamente de 1 kilogramo), y éste es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo (IKP), mantenido en el BIPM.

### ¿Cómo convertir de un valor de masa real a un valor de masa convencional?

La relación entre masa real y masa convencional de un artefacto es:

$$m_c = m_r \frac{1 - 1,2/\rho}{1 - 1,2/8000} = m_r \frac{1 - 1,2/\rho}{0,999850}$$

El kilogramo (kg) es la unidad de la masa, éste es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo

$m_c$  es la masa convencional del artefacto en (kg)

$m_r$  es la masa real del artefacto en (kg)

$\rho$  es la densidad del artefacto en ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ )

Si la densidad del artefacto es menor que  $8\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , su masa real será más grande que su masa convencional.

Si la densidad del artefacto es mayor que  $8\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , su masa real será más pequeña que su masa convencional.

Si la densidad del artefacto es igual a  $8\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , su masa real será exactamente del mismo valor que su masa convencional.

La relación entre masa real y masa aparente vs. bronce de un artefacto es:

$$m_c = m_r \frac{1 - 1,2/\rho}{1 - 1,2/8390,9} = m_r \frac{1 - 1,2/\rho}{0,999857}$$

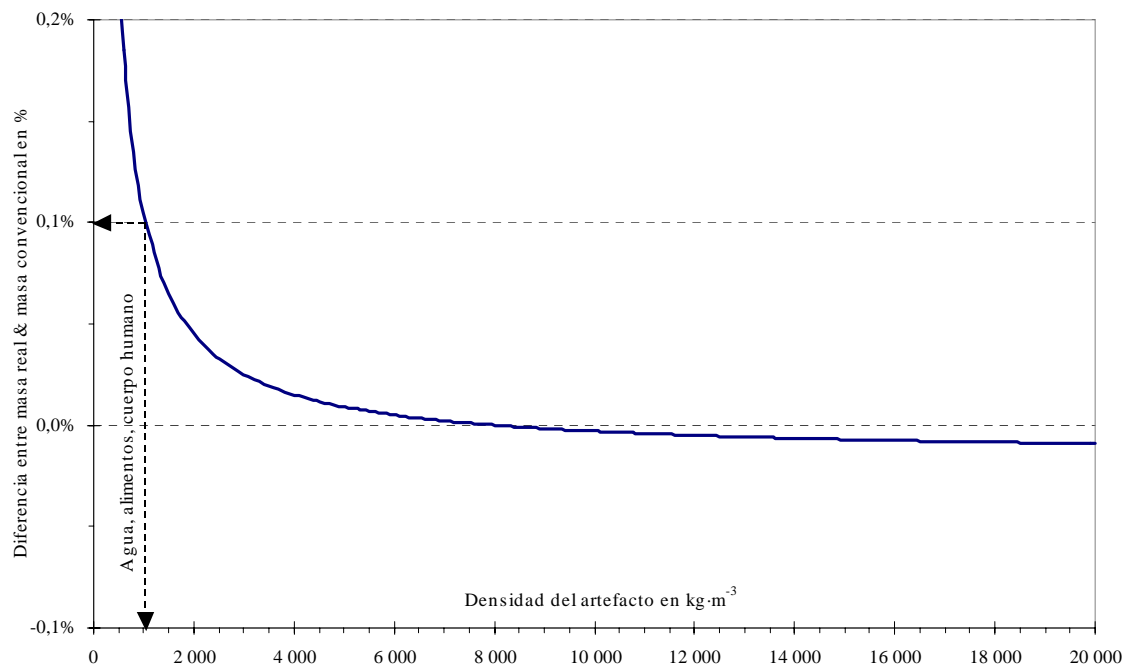
La diferencia entre masa convencional y masa real es el efecto del empuje del aire sobre la diferencia del volumen de artefacto con respecto al volumen convencional a una densidad de 8 000 kg·m<sup>-3</sup>. La diferencia entre la relación de masa real y masa convencional es:

$$\frac{m_r - m_c}{m_r} = 1 - \frac{1 - 1,2/\rho}{1 - 1,2/8000}$$

0,1 % más grande  
masa real que la  
masa convencional

En una densidad  
alrededor de  
1 000 kg·m<sup>-3</sup>  
(agua, alimentos,  
cuerpo humano)

La evaluación de esta fórmula muestra que el valor numérico de  $m_c$  es más pequeño que su valor en  $m_r$  por alrededor de 0,1 % para una densidad de 1 000 kg·m<sup>-3</sup>.



## USO DE LA MASA REAL Y MASA CONVENCIONAL

El empuje del aire es raramente corregido en todas las pesadas. En casi todos los casos, un valor de medición de masa convencional no corregido por el empuje del aire, el cual es la base tomada en cuenta en el comercio cuando las mercancías son vendidas por peso, es considerado satisfactorio.

### Dónde debe usarse la masa convencional

Pesas clasificadas por la OIML R 111

Pesas patrón o artefactos con una densidad cercana a  $8\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Calibración y verificación de instrumentos para pesar.

Todas las pesadas son realizadas en masa convencional



### Dónde debe usarse la masa real

Calibraciones de más alta exactitud. Pero los valores son usualmente convertidos a valor de masa convencional cuando se declaran en un informe (certificado) de calibración.

Mediciones con condiciones ambientales diferentes a la densidad del aire de referencia (densidad  $1,1\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  a  $1,3\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ). La densidad del material usado en las pesas clasificadas por la OIML R 111, están especificadas para que una desviación del 10 %, en la densidad del aire de  $1,2\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , no produzca un error que exceda 0,25 % del valor absoluto del error máximo tolerado.

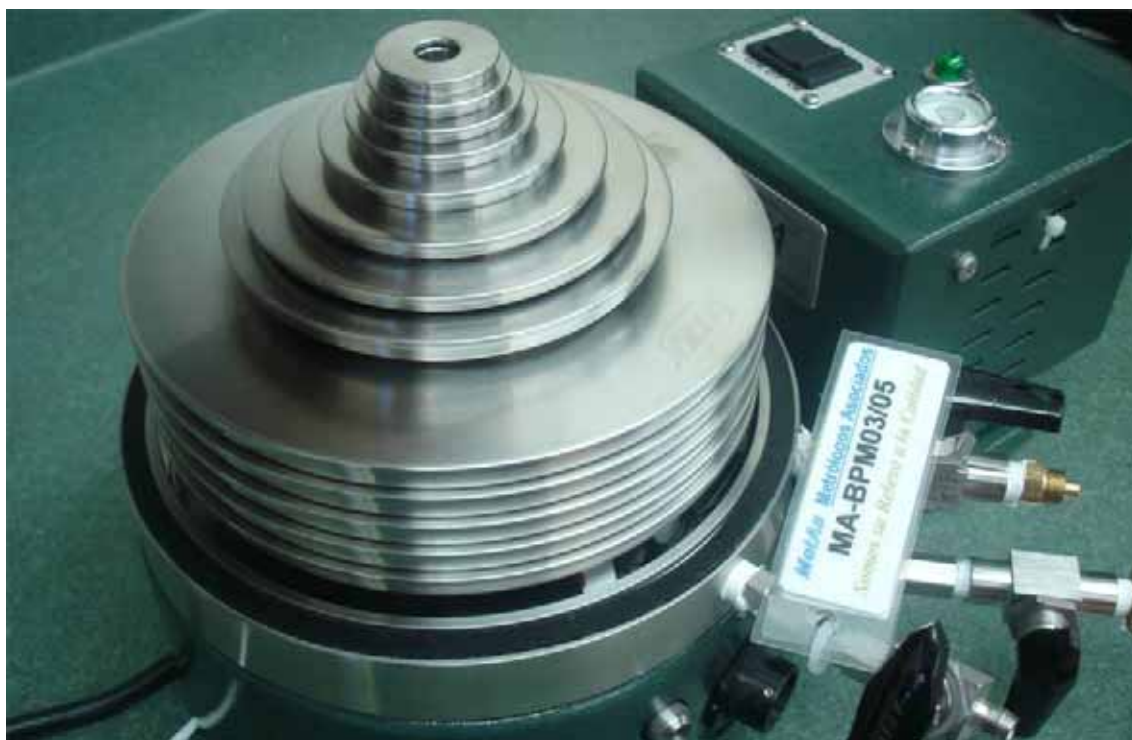
Conversión de las ecuaciones de reacciones químicas (peso equivalente).

Pesas, donde su densidad no es cercana a  $8\,000\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  (excepto en pesas fraccionales pequeñas).

Mediciones de otros materiales y líquidos.

Cálculo de una fuerza ejercida por una masa (masas de una balanza de presión, máquina de masas suspendidas).

Las calibraciones de más alta exactitud son realizadas en masa real



#### REFERENCIAS

- OIML D 28. (2004). Conventional value of the result of weighing in air. (D 28 antes publicada como OIML R 33), International Organization of Legal Metrology, OIML.
- OIML R 111-1 (2004). Weights of classes E1, E2, F1, F2, M1, M1-2, M2, M2-3 y M3 Part 1: Metrological and technical requirements. International Organization of Legal Metrology, OIML.
- Davis R.S. (1981/1991). Equation for the determination of the density of moist air. Metrologia 29; 67-70.
- Giacomo, P. (1982). Equation for the determination of the density of moist air. Metrologia 18; 33-40.
- Kochsiek M, Gläser M. (2000). Comprehensive Mass Metrology. Wiley-VCH.
- Jones F. E., Schoonover R. M. (2002). Handbook of Mass Measurement. CRC Press, 2002.
- Soriano, B (2006). Curso: Metrología de Masa, Densidad y Volumen. MetAs & Metrólogos Asociados. Cd. Guzmán, Jalisco, México.
- La Guía MetAs. (2005-abril). Masa (Unidad, Definición, Prototipo). MetAs & Metrólogos Asociados. Cd. Guzmán, Jalisco, México.