

# Masa

## (Unidad, Definición, Prototipo)

Masa fue probablemente una de las primeras magnitudes físicas que el hombre necesitó medir para determinar la masa en el comercio y en el intercambio de mercancías.

Desde la antigüedad, una gran variedad de unidades y patrones de masa fueron utilizados. Fue solamente hasta el siglo XVIII en Francia que la unidad de masa, el kilogramo junto con el metro como la unidad de longitud fueron definidos de la necesidad y el esfuerzo dirigido hacia la uniformidad de pesas y medidas. En aquel entonces la unidad de la masa se declaró como el gramo, como la masa de un centímetro cúbico de agua destilada a 0 °C.



El Sistema Internacional (SI) fue adoptado en 1960 durante la 11ª Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM), basado en seis unidades bases y se incorpora la séptima unidad base que es el mol en 1971. Donde el kilogramo es una de las unidades base. La unidad de la masa es un caso excepcional en el SI porque es la última unidad base que es aún definida como un material artefacto en lugar de términos de una constante natural.

### *Somos su Relevo a la Calidad*

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

En *La Guía MetAs* se presentan noticias de la metrología, artículos e información técnica seleccionada por los colaboradores de MetAs & Metrólogos 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: [laguiametas@metas.com.mx](mailto:laguiametas@metas.com.mx). Web: [www.metas.com.mx](http://www.metas.com.mx)

#### Servicios Metroológicos:

##### Laboratorios de Calibración:

Presión, Alto Vacío, Temperatura, Humedad, Eléctrica y Vibraciones

##### 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

## Definición de la Unidad de la masa

Originalmente, la unidad de masa fue el gramo, como la masa de un centímetro cúbico de agua a 0 °C, y después la unidad de masa fue el kilogramo como la masa de un decímetro cúbico de agua pura a una temperatura de densidad máxima de agua, 4 °C. En 1799 el prototipo del metro y el kilogramo fueron definidos como las unidades definitivas y depositados en los archivos de la República Francesa, Por lo cual el prototipo del kilogramo es aún conocido hoy como el “kilogramme des Archives”.

En la primera reunión de la Conferencia General de Pesas y Medidas de 1889 en París se refinó la definición de la masa a la igualdad del prototipo internacional de masa (pesas manufacturadas) con la masa del “kilogramme des Archives”. Y en la tercera reunión de la Conferencia General de Pesas y Medidas de 1901 en París se declaró la definición de la unidad de la masa como “El kilogramo (kg) es la unidad de la masa, éste es igual a la masa del prototipo internacional del kilogramo (IKP)”.

## Prototipo Internacional del kilogramo (IKP)

Cilindro fabricado con una aleación de 90 % Platino y 10 % Iridio (Pt-Ir) de 39 mm de altura por 39 mm de diámetro con una densidad de aproximadamente  $21\,500\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , que es el primer eslabón en la cadena de trazabilidad de las mediciones de masa. Fabricado por Johnson, Matthey & Co. de Londres en 1879 junto con otros dos prototipos KI y KII después fueron pulidos y ajustados y comparados con el “kilogramme des Archives”. IKP fue originalmente llamado KIII, desde entonces es conocido por la letra gótica “K”. IKP es resguardado en la Oficina Internacional de Pesas y Medidas (BIPM) en Francia. IKP es usado para dar trazabilidad a todas las pesas en el mundo.

## Prototipo Nacional del kilogramo de México

Cilindro fabricado con una aleación de 90 % Platino y 10 % Iridio (Pt-Ir) de 39 mm de altura por 39 mm de diámetro (En 1889, 40 copias del kilogramo IKP fueron comisionadas y distribuidas a los países que pertenecían al SI para ser declarado como el prototipo nacional del kilogramo). En 1892 fue asignado por la Oficina Internacional de Pesas y Medidas, como Patrón Nacional de Masa en México. En 1991, el valor de masa del Kilogramo Prototipo Nacional de México, K21, de acuerdo a la última comparación internacional fue declarada como  $1\text{ kg} + 0,068\text{ mg} \pm 0,002\text{ 3 mg}$ . El Patrón Nacional de Masa se utiliza cada 5 años en la transferencia hacia patrones de acero inoxidable (El cual ahora es mantenido en el Centro Nacional de Metrología (CENAM)).

Kilogramo  
fue originalmente  
igual a  
un decímetro cúbico  
de agua pura a una  
temperatura de  
4 °C

## Redefinición de la Unidad de la masa

La mayor desventaja de la definición de la unidad de la masa es que, como material artefacto no puede ser conocida con alto grado de exactitud debido a la razón de cambio en el tiempo (perdida de material o contaminación del medio ambiente de alrededor). Además que el prototipo internacional del kilogramo pudiera ser perdido o dañado. Cambios desconocidos en la unidad de la masa podrían además influir en las unidades eléctricas, porque la definición del ampere esta relacionada al kilogramo.

La Balanza de Watt es una promesa para una redefinición futura del kilogramo, relacionando el kilogramo a la constante de Planck  $h$ . La nueva definición necesitará tener una incertidumbre cerca de 1 parte en  $10^8$  consistente con la definición de la intensidad de corriente dentro de su incertidumbre de realización.

## Múltiplos y Submúltiplos de la Unidad de la masa

1 kt	$1 \text{ kt} = 10^6 \text{ kg}$	kilotonelada
1 t	$1 \text{ t} = 10^3 \text{ kg}$	tonelada
1 kg		kilogramo
1 g	$1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$	gramo
1 mg	$1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg}$	miligramo
1 $\mu\text{g}$	$1 \mu\text{g} = 10^{-9} \text{ kg}$	microgramo
1 ng	$1 \text{ ng} = 10^{-12} \text{ kg}$	nanogramo

## Glosario

**Masa:** Es una magnitud física que determina la cantidad de materia que tiene un cuerpo.

**Valor Convencional de masa:** Para un cuerpo a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , la masa convencional o el valor convencional del resultado del peso en el aire es la masa de una pesa de referencia de densidad  $8\,000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  que le equilibra en un aire de densidad  $1,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

**Peso:** Fuerza ( $W$ ) con que la Tierra atrae a una masa. Es proporcional a la masa ( $m$ ) del cuerpo, siendo la constante de proporcionalidad la intensidad del campo gravitacional (es decir, la aceleración de la caída libre). Así pues,  $W = m \cdot g$ , donde  $g$  es la aceleración de la caída libre. La masa de un cuerpo es constante, pero su peso varía con el lugar porque depende de  $g$ .

Aunque los términos masa y peso se suelen emplear el uno por el otro en el lenguaje de la vida diaria, son diferentes en el lenguaje de la vida diaria, son diferentes en el lenguaje científico y no se les debe confundir.

**Pesa:** Medida materializada de masa, regulada de acuerdo a sus características físicas y metrológicas: forma, dimensiones, material, calidad superficial, valor nominal y error máximo permitido. (Recomendación Internacional OIML R 111).

**Clase de exactitud de las pesas:** Clasificación de las pesas de acuerdo a ciertos criterios metrológicos, características físicas y límites de tolerancia expuestos en Recomendaciones Internacionales.

La Recomendación Internacional OIML R 111 clasifica las pesas en las siguientes clases de exactitud: E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub> y M<sub>3</sub>.

La Norma extranjera ASTM E 617-97, “Standard Specification for laboratory Weights and Precision Mass Standards” clasifica las pesas en las siguientes clases de exactitud: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6.

NIST Handbook 105-1 clasifica las pesas en la siguiente clase de exactitud: F.

National Bureau of Standards Circular 547 Section 1 clasifica las pesas en las siguientes clases de exactitud: J, M, S, S1, P, Q, T.

National Bureau of Standards Circular 3 clasifica las pesas en las siguientes clases de exactitud: A, B, C.

**Instrumento de pesar:** Instrumento de medición utilizado para determinar la masa de un cuerpo a partir de la fuerza ejercida sobre el cuerpo por el campo gravitacional.

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

#### REFERENCIAS

- OIML R 111. (1994) Weights of classes: E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>3</sub>, International Recommendation, Organisation Internationale de Métrologie Légale.
- OIML R 33. (1979) Conventional Value of the Result of weighing in air, International Recommendation, Organisation Internationale de Métrologie Légale.
- M. Kochsiek, M. Glaser. (2002) Comprehensive Mass Metrology, Wiley-VCH.
- Frank E. Jones, Randall M. Schoonover. (2002) Handbook of Mass Measurement, CRC Press, 2002.
- CEM Procedimiento ME-012 , Procedimiento ME-012 para la calibración de masas patrón (Masa Real), Edición 0.
- BIPM (2005), International Prototype, [www1.bipm.org/en/scientific/mass](http://www1.bipm.org/en/scientific/mass).
- Norma extranjera ASTM E 617-97, “Standard Specification for laboratory Weights and Precision Mass Standards” .
- Diccionario Especializado de Física, Grupo Editorial norma educativa.