

CLUB DE LA BALANZA

Las mediciones de Masa como Fuente de Trazabilidad al Mol en Mediciones Químicas

Arce Osuna Mariana M y Serrano Caballero Víctor Manuel

marce@cenam.mx

1. Trazabilidad de mediciones químicas a la Cantidad de sustancia
2. Mediciones de masa
3. Ejemplo
8. Conclusiones.

Trazabilidad en mediciones químicas es a la Cantidad de sustancia

Cantidad base	Unidad Base	
Nombre	Nombre	Símbolo
Cantidad de sustancia	mol	mol

mol, mol:

1. El mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kilogramos de carbono 12; su símbolo es “mol”.

$$N_A = 6.022\,141\,29 \times 10^{23}$$

2. Cuando se emplea el mol, las entidades elementales deben especificarse y pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones, otras partículas o agrupaciones específicas de tales partículas.

Así, la masa molar del carbono 12, $M(^{12}\text{C})$, es exactamente 12 g/mol .

$$n = N/N_A$$

Trazabilidad a la Cantidad de sustancia

Cantidad base	Unidad Base	
Nombre	Nombre	Símbolo
Cantidad de sustancia	mol	mol
Número de Avogadro	N_A	mol^{-1}

NOTA: cambiará en Mayo 20 de 2019

mol, mol: El mol, es la unidad del Sistema Internacional de unidades (SI) de la **cantidad de sustancia**.

Un mol contiene exactamente $6.022\,140\,76 \times 10^{23}$ entidades elementales. Este número es el valor numérico que se ha fijado para la constante de Avogadro, N_A , cuando se expresa en la unidad mol^{-1} y se conoce como el número de Avogadro.

Cantidad de sustancia, símbolo n ,

La cantidad de sustancia de un sistema es una medida del número de entidades elementales especificadas. Una entidad elemental puede ser un átomo, una molécula, un ion, un electrón, o cualquier otra partícula o grupo de partículas especificadas.

$$n = N / N_A$$

Las cantidades usadas para caracterizar una muestra de una sustancia química pura X son:

- n es la cantidad de sustancia en la muestra X
 N es el número de entidades elementales de la sustancia X en la muestra
 m es la masa de las n entidades elementales
 $A_r(X)$ es la masa atómica o masa molecular relativa de X (en el caso de que X es un elemento o compuesto, respectivamente).
 M_u Es la constante de masa molar

$$n = m / (A_r(X) M_u)$$

$$n = N / N_A$$

Trazabilidad en mediciones alcohol en sangre a la Cantidad de sustancia (Alcoholímetros)

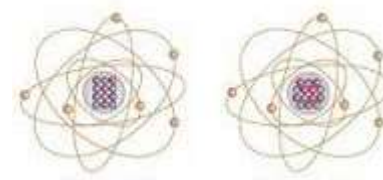


Dirección de Análisis Orgánico

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 objeto, movimiento o alteración de su forma al menos que material sea adherido o removido.
- La unidad de la masa en el SI es el kilogramo.



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.



Masa convencional:

La masa convencional de un cuerpo (m_c) es la masa de un patrón cuya densidad igual a **8 000 kg m⁻³** (densidad promedio de los patrones de masa del acero inoxidable) y cuyo peso equilibra al cuerpo en aire de densidad igual a **1.2 kg m⁻³** (promedio al nivel del mar y humedad relativa de **50 %**), a una temperatura de **20 °C**.

[OIML D 28, 2004]



Esta definición es fundamental para el comercio nacional e internacional sin controversias sobre pesajes realizados bajo distintas condiciones de densidad de aire y densidad de los objetos.



Convertir de un valor de masa a un valor de masa convencional.

$$m_c = m_r \frac{1 - \frac{1.2}{\rho}}{1 - \frac{1.2}{8\,000}}$$

- ✓ Si la densidad del objeto es menor que 8 000 kg·m⁻³
- ✓ Si la densidad del objeto es mayor que 8 000 kg·m⁻³
- ✓ Si la densidad del objeto es igual que 8 000 kg·m⁻³

Su masa será mayor que su masa convencional.

Su masa será menor que su masa convencional.

Su masa será igual a su masa convencional.

¿Determinación de masa por peso?



- Las mediciones de masa generalmente son realizadas en aire.
- La masa de un objeto o sustancia en el laboratorio es constante mientras no sufra ninguna transformación.

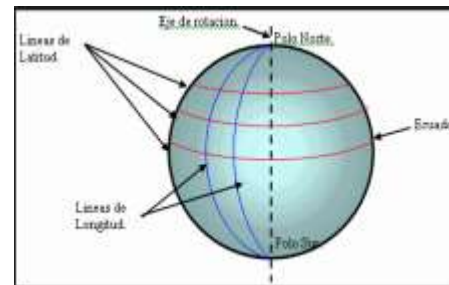
Sin embargo, el peso sí es afectado por los cambios en las condiciones del laboratorio.



Peso Fuerza Masa Aceleración de gravedad

$$W = F_{\text{neta externa}} = m \times g$$

...a mayor altura menor gravedad



El peso de un cuerpo varía con la altitud y la latitud terrestre.



**¿Es importante la densidad del aire
en el proceso de pesaje?**

$$\rho = \frac{\rho M_a}{ZRT} \left[1 - X_v \left(1 - \frac{M_v}{M_a} \right) \right]$$

¿Masa?



¿Peso?

Por el principio de flotación de Arquímedes, el peso de un cuerpo inmerso en un fluido (aire), está afectado por:

- ✓ **La densidad del aire.**
- ✓ La densidad del objeto.
- ✓ Las cargas electrostáticas y efectos mecánicos.

¿Cómo la determino?



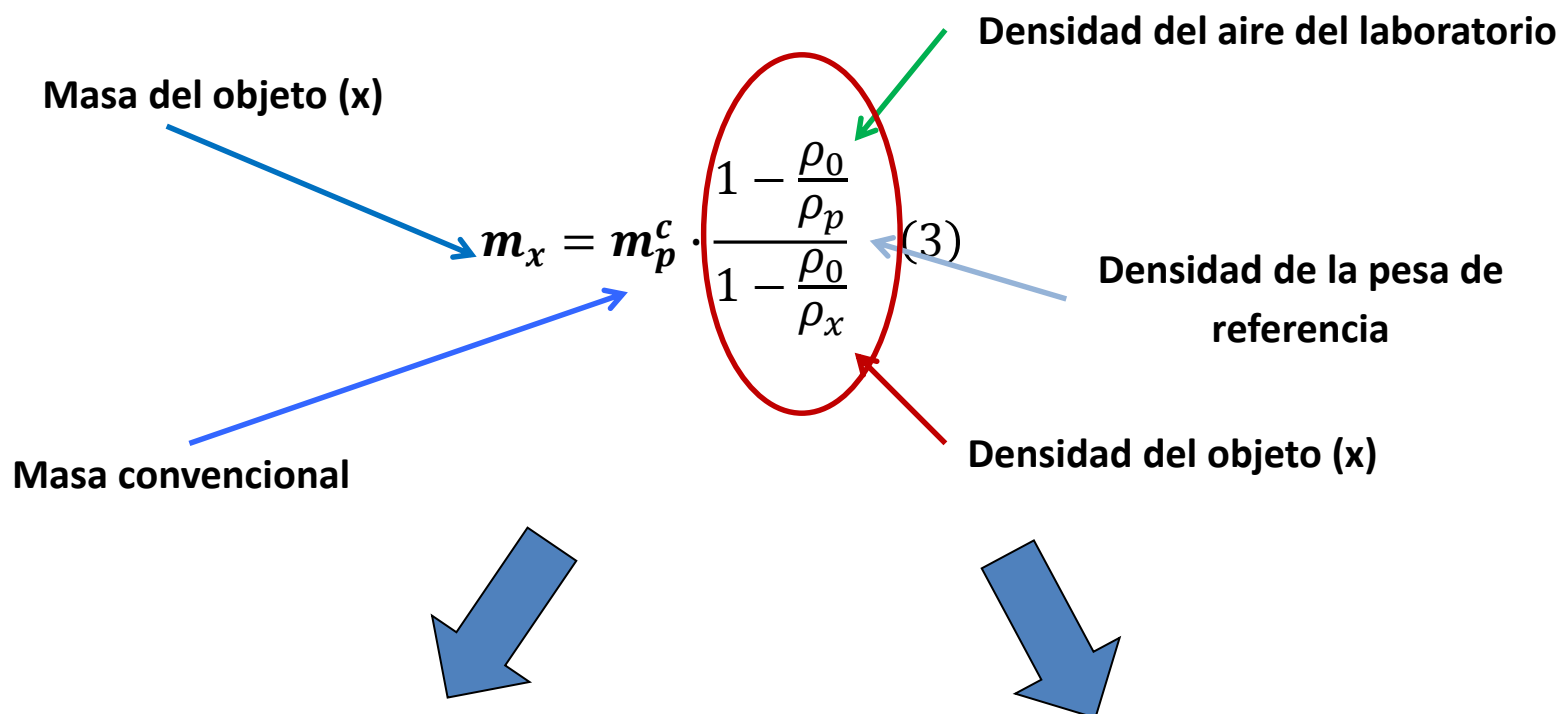
$$\begin{array}{ccccccc} \text{Peso} & & \text{Fuerza} & & \text{Masa} & \text{Aceleración} & \\ & \nearrow & & \searrow & & \text{de gravedad} & \\ W & = & F_{\text{neta}} & = & m \times g & & \\ & \nwarrow & \text{externa} & & & & \end{array}$$

Efectos mecánicos relacionados con el emplazamiento de la balanza, las corrientes de aire, vibraciones, etc.



Forma de calcularlo:

$$m_x = m_p^c \cdot \frac{1 - \frac{1.2}{8\,000}}{1 - \frac{1.2}{\rho_p}} \cdot \frac{1 - \frac{\rho_0(Cal)}{\rho_p}}{1 - \frac{\rho_0(med)}{\rho_x}}$$



La densidad en el momento de calibrar la balanza es aproximadamente igual al momento de realizar el proceso de pesada.

La densidad de las pesas es de 8 gcm^{-3} en patrones de masa fabricados de acero inoxidable

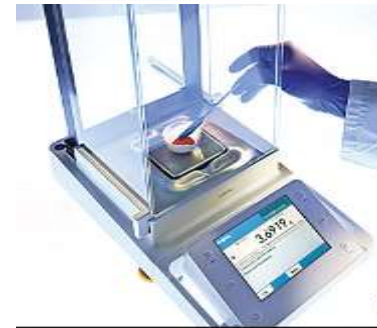
Ejemplo:

Determinar la masa de un objeto de las siguientes características:

- ❑ Indicación de la balanza al colocar el objeto: 200.000 0 g
- ❑ Densidad del objeto: 2 600 kg/m³

A las condiciones ambientales:

- Presión barométrica: 1018 hPa
- Humedad relativa: 70 %
- Temperatura: 20 °C



1. Determinar la densidad del aire.

$$\rho_a = \frac{0.348\,48 \cdot p - 0.009 \cdot h_r \cdot \exp(0.061 \cdot t)}{273.15 + t}$$

$$\rho_a = \frac{0.348\,48 \cdot 1\,018 - 0.009 \cdot 70 \cdot \exp(0.061 \cdot 20)}{273.15 + 20} = 1.202\,9 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

2. Determinar la masa del objeto.

$$m_x = m_p^c \cdot \frac{1 - \frac{\rho_0}{\rho_p}}{1 - \frac{\rho_0}{\rho_x}}$$

$$m_x = 200.000\,0 \left[\frac{\left(1 - \frac{1.202\,9}{2\,600}\right)}{\left(1 - \frac{1.202\,9}{8\,000}\right)} \right] = 200.062\,5\,g$$

Por lo tanto la masa de objeto es:

200.062 5 g



La cantidad máxima de alcohol en sangre permitida para manejar vehículos varía de país en país. ¿Cómo funcionan los aparatos que se utilizan para controlarlo? ¿Son confiables los valores que indican? ¿Se avecina algún cambio?



Las cantidades usadas para caracterizar una muestra de una sustancia química pura X son:

- n es la cantidad de sustancia en la muestra X
 N es el número de entidades elementales de la sustancia X en la muestra
 m es la masa de las n entidades elementales
 $A_r(X)$ es la masa atómica o masa molecular relativa de X (en el caso de que X es un elemento o compuesto, respectivamente).
 M_u Es la constante de masa molar

$$n = m / (A_r(X) M_u)$$

$$n = N / N_A$$

Trazabilidad en mediciones alcohol en sangre a la Cantidad de sustancia (Alcoholímetros)

¿Qué miden los controles de alcoholemia?

El tipo de alcohol que se utiliza para preparar las bebidas alcohólicas es el etanol. Es un compuesto químico cuya fórmula es $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$. En México, al igual que en varios países, la normativa indica que no se debe manejar si en el aliento hay más de 0,25 mg de etanol por litro de aire espirado

Si consideramos la composición química del etanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$) y los pesos molares de cada componente, podemos saber que un mol de etanol pesa 46,07 g.

Trazabilidad en mediciones alcohol en sangre a la Cantidad de sustancia (Alcoholímetros)

Por el número de Avogadro sabemos que 1 mol de etanol contiene $6,022\,141\,29 \times 10^{23}$ moléculas. Entonces en México, no se debe de manejar si se tiene más de $3,267\,929\,94 \times 10^{18}$ moléculas de etanol por litro de aire espirado.

Este número es la proporción entre la masa de 0,25 mg de etanol y el peso de un mol de etanol.

La nueva definición del mol conservará la relación entre la masa de una sustancia y su masa molecular (esto es, la masa de una mol de esa sustancia), por lo que el peso molecular de un mol de etanol no se verá afectado. Usando el nuevo valor del número de Avogadro se tienen 0,000 0054 moles de etanol/litro de aire espirado. Aplicando la relación 46,07 g de etanol/mol el resultado es 0,000 25 g de etanol/litro de aire espirado, que corresponden a los 0,25 mg de etanol/litro de aire espirado permitidos.

Trazabilidad en mediciones alcohol en sangre a la Cantidad de sustancia (Alcoholímetros)

Para 0,25 mg de etanol/litro de aire, podríamos hacer los cálculos anteriores pero ahora con el nuevo número de Avogadro. Tenemos que no se debe de manejar con más de $3,267\,929\,65 \times 10^{18}$ moléculas de etanol/litro de aire espirado.

El dato demuestra que a partir de mayo del 2019, para no infringir esa normativa, tendrás que tomar aproximadamente 3×10^{11} moléculas menos.

Para dar trazabilidad a la cantidad de sustancia en mediciones químicas es necesario que los sistemas gravimétricos estén calibrados con trazabilidad al kilogramo.

Sin embargo también es necesario calibrar la respuesta de los sistemas de medición referencia y para ello es necesario el uso de materiales de referencia certificados (MRC) en cantidad de sustancia

De igual manera es necesario evaluar la calidad de desempeño del método de medición usando MRC de matriz

Gracias por su atención