

Como no enseñar conservación de la masa.

Sealtiel Pichardo Jiménez.

Escuela Normal Superior de México, Manuel Salazar 201 Colonia Ex-hacienda del Rosario, Azcapotzalco,
02420 CDMX, México.
phimath52@gmail.com

Resumen- Se determina un experimento que NO muestra la conservación de la masa y otro que SI la muestra; en uno de ellos se plantea un reto: calcular el volumen de un globo ($688\text{mL} \pm 18:45\%$), lo cual ayudará a comprobar las primeras inferencias y de manera general describir la fuerza boyante o de empuje como la diferencia de masa ($0:63 \pm 0:1\text{g}$); los resultados obtenidos son satisfactorios, ya que se aproximan los datos esperados y los datos experimentales ($0:4 \pm 0:1\text{g}$); en total se realizan tres experimentos de los cuales el tercero es un auxiliar del primero. En la sección de análisis se recurre a un dato obtenido en la página oficial del CENAM: la densidad del aire ($\rho_{\text{air}} = 9:19 \times 10^{-4} \text{ g cm}^3 \pm 0:38\%$).

Palabras Clave- enseñanza de física, sistemas, experimentos, didáctica, fuerza boyante.

Abstract- An experiment is determined that does NOT show the conservation of the mass and another that DOES show it; in one of them a challenge arises: calculating the volume of a balloon ($688\text{mL} \pm 18:45\%$), which will help to check the first inferences and generally describe the buoyant or thrust force as the difference in mass ($0:63 \pm 0:1 \text{ g}$); the results obtained are satisfactory, since the expected data and the experimental data ($0:4 \pm 0:1 \text{ g}$) are approximated; In total, three experiments are carried out, of which the third is an assistant to the first. In the analysis section, a data obtained from the official CENAM website is used: the air density ($\rho_{\text{air}} = 9:19 \times 10^{-4} \text{ g cm}^3 \pm 0:38\%$).

Keywords- teaching of physics, systems, experiments, didactics, buoyant force.

Mathematical Subject Classification: 97M50

I. INTRODUCCIÓN

La ley de la conservación de la masa enuncia: "La masa no se crea ni se destruye, sólo se transforma"[1] haciendo referencia que en una reacción química la suma de la masa de los reactivos (sustancias a mezclar) es igual a la suma de la masa de los productos (sustancia obtenida).

Esta forma de ver las reacciones se debe al químico francés Antoine Laurent Lavoisier quien por medio de sus observaciones notó que las sustancias reaccionantes al interactuar entre si forman nuevos productos con propiedades físicas y químicas diferentes a las de los reactivos.[1]

Esta igualdad se espera en un SISTEMA CERRADO, ya que muchas reacciones pueden liberar gases o perder masa de alguna otra forma; en la figura 1 se busca representar esta idea.

Entonces la reacción de sustancias puede tener varias manifestaciones, de ahí, que algunas sean exotérmicas y otras endotérmicas, pero no necesariamente alguna de estas dos, por ejemplo: Una pastilla de Alka-Seltzer, al reaccionar con agua produce dióxido de carbono que se libera en forma de gas.

A continuación se estudia esta reacción.

II. PRÁCTICA

Objetivos:

- Estudiar la conservación de la masa
- Conocer un experimento óptimo que permita observar la conservación de la masa
- Determinar el volumen de un globo

Material 1:

- Balanza de Triple brazo ($\pm 0.1\text{g}$)
- Matraz Erlen Meyer 25mL ($\pm 1\text{mL}$)
- Globo
- Una pastilla de Alka-Seltzer

Material 2:

- Balanza de Triple brazo ($\pm 0.1\text{g}$)
- Una pastilla de Alka-Seltzer
- Botella Plástico 600mL
- Agua
- Tira de cinta adhesiva

Material 3:

- Tina
- Botella con conector
- Probeta 1L ($\pm 5\text{mL}$)
- 2 llaves de tres vias
- Balanza Scout-pro ($\pm 0.01\text{g}$)
- Cubeta
- Soporte Universal Bomba BISA
- Manguera
- Tapón con globos
- Tubo de vidrio con manguera y conector
- Pinza de 3 dedos
- Nuez

La reacción química se describe en la figura 1.

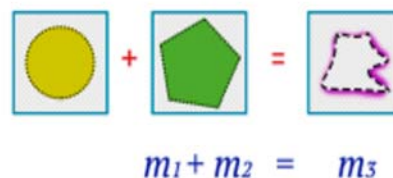


Fig. 1. Reacción química en un sistema cerrado

III. DESARROLLO EXPERIMENTAL

PARTE I.

Es un experimento que se plantea en escuelas primarias y secundarias[2] para estudiar la conservación de la masa, ¿cómo se realiza el instrumento?

Se llenó el matraz con más de 25 mL de agua, mientras se colocaba la pastilla de Alka-Seltzer (en trozos) dentro del globo; posteriormente se colocó el globo en la boquilla del matraz, teniendo así nuestro instrumento(ver figura 2).

Para realizar el experimento, primero se tiene que hacer la medición(de la masa) del instrumento ANTES de la reacción química y otra medición después de ella. Cuando se deja caer la pastilla al agua que se encuentra dentro del globo, comienza la reacción que se describe en la introducción, haciendo que el globo se llene de gas.

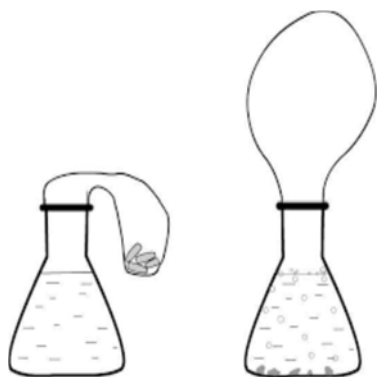


Fig. 2: Instrumento antes de la reacción e instrumento después de la reacción.

PARTE II.

El sistema es análogo al anterior, con la condición de que el sistema estuvo cerrado y poco flexible, en este caso el instrumento se construyó de la siguiente manera (Ver figura 3): En una botella de 600 mL (aprox.) se colocó agua hasta antes de la mitad (1); en la tapa se pegó un pedazo de cinta adhesiva donde a la vez se colocaron los pedazos de la pastilla Alka-Seltzer(2); se tuvo que cerrar la botella con tal cuidado que no cayera ningún pedazo de la pastilla (3).

Al igual que la primera parte de la práctica se realizó una medición del instrumento antes de la reacción y una después de ella(4); para realizar la reacción fue necesario mover la botella ligeramente sin agitar.

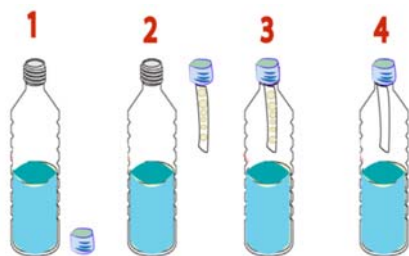


Fig. 3: Instrumento de la parte dos

PARTE III.

Esta tercera parte surge como resultado de contestar la pregunta ¿Cómo medir el volumen de un globo?, Para

posteriormente comprobar la diferencia de masa del instrumento uno.

Se colocó la tina al centro de la mesa, colocando la probeta boca a bajo y con el tubo de vidrio con la manguera y sujeta con el soporte universal y la pinza de tres dedos.

Se tuvo que vaciar el agua a la tina con ayuda de la cubeta, mientras el otro extremo de la manguera se utilizó para conectar las llaves de tres vías que también se conectaron a la jeringa con los tubos correspondientes para así sacar el aire y otra botella con conector rápido.

La botella se llenó de aire con la bomba BISA, la cual se pesó antes y después de pasar aire al globo; después de eso se pasaba el aire a la probeta. Cuando se dejaba pasar el aire del globo la probeta bajaba el nivel del agua, así se obtenía el volumen del aire dentro del globo; Notando la diferencia entre la .altura"del agua de las probetas (ver figura 4).



Fig. 4 Volumen del globo

IV. DATOS EXPERIMENTALES.

A continuación se exhibe las mediciones de la masa de la primera y segunda parte,recordando que la tercera es resultado de otra cuestión. Teniendo masa y volumen, enlistados en la siguientes tablas 1 y 2.

Tabla 1: Mediciones de la primera y segunda parte

Masa antes de reacción	Masa después de la reacción
1ra Parte (58.7 ±0.05)g	(58.3 ±0.05)g
2da Parte (254.1 ±0.05)g	(254.0±0.05)g

Tabla 2: Volumen del globo con incertidumbre porcentual

Volumen del Globo
688 mL ±18.45 %

Nota: Para la tercer parte (medición del volumen del globo) se encuentran los datos completos en el anexo de tablas, en esta sección basta con presentar la tabla 2.

V. ANÁLISIS DE DATOS

A) Respecto a la conservación de la masa

Apreciamos en la Tabla 1 que en la primera parte existe una diferencia de masa de: 0.4g a diferencia de la segunda parte que tan solo difiere de 0.1g. De esta manera se puede afirmar que el primer instrumento NO es eficiente para mostrar la conservación de la masa[3]; para el segundo instrumento solo queda mejorarlo como por ejemplo utilizar

una botella de vidrio y/o realizar un mejor sellado en la tapa de esta.

Pero ¿por qué después de la reacción el instrumento tiene menor masa?

Para esto se consulta cualquier libro de física y en la sección de fluidos se encuentra el principio de Arquímedes el cual enuncia[1]: "Si un cuerpo esta parcial o totalmente sumergido en un fluido, este ejerce una fuerza hacia arriba sobre el cuerpo igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo", particularmente el fluido donde esta inmerso el instrumento es el aire.

Al observar la figura 5 antes de hacer la reacción, se aprecia que:

$$F_w = F_1 \quad (1)$$

Pero después de hacer la reacción se tiene que:

$$F_w = F_2 + F_B \quad (2)$$

Que justamente esta F_B se le conoce como fuerza boyante o empuje, haciendo referencia al principio de Arquímedes.

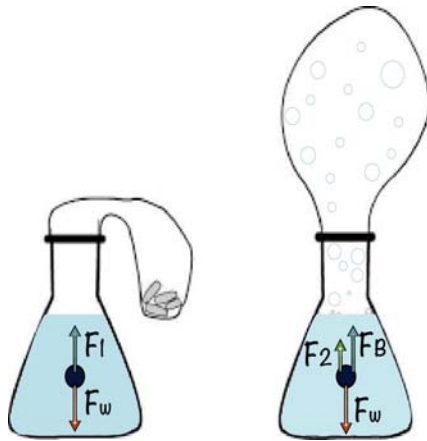


Figura 5: Principio de Arquímedes en el instrumento 1

Igualando (1) y (2) obtenemos es decir

$$\begin{aligned} F_1 &= F_2 + F_B \\ F_B &= F_1 - F_2 \quad (3) \end{aligned}$$

De lo cual ahora se comprende esa diferencia de masa justamente es la fuerza boyante, es decir, el instrumento con el globo inflado desplaza mayor fluido (aire) por lo cual existe mayor fuerza de empuje, haciendo que este tenga una menor masa.

b) Del volumen del globo

Si se sigue analizando la ecuación (3), se notará que cada una de las fuerza (F_1 y F_2) se pueden expresar según la segunda ley de Newton como m_1g y m_2g , con $g = 9.78 \text{ m/s}^2$ (por estar en la CDMX); además la fuerza boyante se define como:

pf fluido V_{objeto}

Considerando que el fluido es el aire y el objeto es el globo, la ecuación (3) queda como :

$$\begin{aligned} \text{pair } V_{\text{globo}} &= m_1g - m_2g \\ \text{pair } V_{\text{globo}} &= (m_1 - m_2)g \\ \text{pair } V_{\text{globo}} &= m_1 - m_2 \quad (4) \end{aligned}$$

Donde esta ecuación(4) reafirma nuestro análisis pasado, pero queda COMPROBAR si la diferencia de masa obtenida experimentalmente coincide con la que se puede calcular con (4).

Para conocer la densidad del aire se acudió a la página del CENAM [4] y se introdujeron las condiciones a las que se encontraban como en la figura 6.

Registre los datos que se solicitan			
Calcular con:			
☒ Humedad Relativa ☒ Temperatura de Punto de Rocío			
Magnitud	Valor		Incertidumbre ($k=1$)
Temperatura, t :	21.3	°C	1 °C
Presión, p :	78100	Pa	50 Pa
Humedad Relativa, h :	48	%	1 %
Realizar Cálculo			
Resultado			
Densidad del aire:	0.9188423	kg/m ³	
Incertidumbre ($k=1$):	0.0035125	kg/m ³	

Figura 6: cálculo de la densidad del aire por medio del CENAM

De esta manera tenemos que:

$$\rho_{\text{air}} = 9.19 \times 10^{-4} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \pm 0.38\%$$

$$V_{\text{globo}} = 688 \text{ mL} \pm 18.45\%$$

Por lo cual la ecuación (4) tiene los valores:

$$\begin{aligned} (9.19 \times 10^{-4} \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \pm 0.38\%)(688 \text{ mL} \pm 18.45\%) &= m_1 - m_2 \\ (0.63 \pm 0.1) \text{ g} &= m_1 - m_2 \end{aligned}$$

El valor se aproxima al resultado obtenido si se utiliza la incertidumbre, es decir la diferencia de masas teóricamente es de 0.53 g y la que se obtuvo experimentalmente es $(0.40 \pm 0.1) \text{ g}$, que de igual manera al ocupar la incertidumbre podemos decir que es de 0.5 g, local ahora si se aproxima a lo inferido.

VI. CONCLUSIONES

Se puede asegurar que el instrumento 1 NO es viable para mostrar la conservación de la masa, a diferencia del instrumento 2 que se aproxima mayormente; Además de comprobar que la diferencia de masa es la fuerza boyante.

Finalmente para que la ley de Lavoisier sea cierta se necesita estrictamente un sistema cerrado y además de un sistema no deformable, es decir un sistema que no adquiera volumen después de la reacción[4].

Se observa que los resultados son aceptables al tener una incertidumbre por debajo del 5 %, excepto en la tabla 2 donde se tiene una incertidumbre por arriba del 10 %; condición que se tendrá que trabajar en futuros experimentos.

VII. ANEXO: TABLAS

Globo sin inflar	Globo inflado	Volumen del globo
(53.03±0.01)g	(52.57±0.01)g	(520±5)mL
(54.60±0.01)g	(52.65±0.01)g	(600+600+600-480= 570±20)m
(53.14±0.01)g	(52.59±0.01)g	(640±5)mL
(52.76±0.01)g	(52.59±0.01)g	(210±5)mL
(55.62±0.01)g	(52.72±0.01)g	(800+800+800+860=815±20)m
$\bar{m} \pm \delta m$	$\bar{m} \pm \delta m$	$\bar{v} \pm \delta m$
(53.83±1.79)g	(52.62±0.1)g	(688±127)mL

Tabla 3 Masa del instrumento antes, después de inflar y volumen del globo.

REFERENCIAS

- [1] Calderón Antonio, Colavita E. & Zamora O., *Ciencias 3: Química*, Editorial Castillo, IBSN:978-607-463-950-6, pp:60. (México, 2018)
- [2] <http://www.cenam.mx/publicaciones/cdensidad.aspx>, consultado el 22/enero/2020
- [3] Young, Hugh D. & Roger A. Freedman 2009: *Física Universitaria volumen I*, Editorial Pearson Educación; IBSN: 978-607-442-288-7, pp:380 (México,2009)
- [4] Oda Noda, Berta: *Introducción al análisis gráfico de datos experimentales*. Las prensas de ciencias 3a edición (México,2005)