

Determinación de la densidad de distintos cuerpos - Estudio experimental del principio de Arquímedes.

P. D'Angelo Campos, N. C. Cagliotti y A. Sterverlynck

Universidad de San Andrés - Mayo 2001

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es el estudio experimental del principio de Arquímedes, para luego poder determinar la densidad de distintos cuerpos, usando una técnica derivada de dicho principio. Para estudiar la validez del principio de Arquímedes se utilizó una balanza electrónica sobre la que se colocó un vaso de agua. En el mismo se sumergieron objetos de diferentes volúmenes para poder ver las variaciones que se producían en la fuerza de empuje ejercida por el agua. Así se pudo establecer la relación que hay entre estas dos variables (volumen y fuerza de empuje), y compararla con la que establece el principio de Arquímedes. También se determinó la densidad de diferentes cuerpos, y se compararon dichos datos con sus valores esperados.

INTRODUCCIÓN

La motivación que nos llevó a realizar esta investigación fue la contratación por parte de un importante grupo empresarial dedicado a la compra de antigüedades en subastas. Nuestro objetivo y función era la de comprobar la autenticidad y pureza de los materiales de dichos objetos y así prevenirlos de posibles engaños y estafas.

EXPERIMENTO

Para llevar a cabo el objetivo de este experimento utilizamos un vaso de agua, un cilindro y una balanza electrónica cuyo rango era de 200 grs. y sensibilidad menor a 0,1 gr. El mismo consistió en la introducción del cilindro en el agua a diferentes profundidades,

permitiéndonos esto contar con cuerpos de diferentes volúmenes. Por cada centímetro del cilindro ingresado se tomó el valor de la fuerza de empuje, es decir la fuerza que ejerce el agua sobre el cuerpo (el cual a su vez debe reaccionar sobre el agua y vaso con una fuerza igual y opuesta).

Una vez que contamos con los datos, es decir la masa de empuje por centímetro de cilindro, estos fueron ingresados a la computadora. Mediante la utilización de un software adecuado se logró la representación gráfica del valor del empuje (m_E) en función del volumen sumergido. Para esto, con anterioridad, se estableció cual era el volumen del cilindro por cada centímetro que se ingresaba al agua.

La segunda parte del experimento fue llevada a cabo con el objetivo de encontrar las densidades de distintos objetos, y para ello se utilizaron los siguientes elementos: una balanza electrónica, un vaso medidor con agua, cable metálico y diversos objetos de distintas composiciones. En primer lugar, se colocó el vaso con agua sobre la balanza electrónica y se puso la balanza en 0 para descontar el peso del vaso de agua. El próximo paso fue introducir los objetos en el vaso sin que los mismos tocasen los bordes de éste. Se tomó entonces la lectura de la balanza, para luego medir la masa del objeto independiente del vaso de agua y mediante la fórmula, derivada del principio de Arquímedes, $\rho_{\text{objeto}} = (m_{\text{objeto}}/m_{\text{empuje}}) \cdot \rho_{\text{agua}}$ obtener su densidad. La derivación de dicha fórmula se realizó de la siguiente forma:

$$\rightarrow m_E = V_{\text{cuerpo}} \cdot \rho_{\text{AGUA}} \Rightarrow m_E = m_C \cdot \rho_{\text{AGUA}} / \rho_{\text{cuerpo}} \Rightarrow \rho_{\text{cuerpo}} = \rho_{\text{AGUA}} \cdot m_C / m_E$$

m_E = fuerza de empuje V = volumen ρ = densidad m_C = masa del cuerpo

El proceso se repitió con los distintos objetos y se obtuvieron sus respectivas densidades. Finalmente se comparó la densidad de algunos objetos (los compuestos por un sólo elemento) con su densidad obtenida de la tabla periódica, para comprobar su pureza.

DISCUSION DE RESULTADOS

Una vez realizado el gráfico de la masa de empuje en relación al volumen sumergido, el cual nos permitió un mejor análisis de la información, pudimos comprobar la validez del principio de Arquímedes. Llegamos a esta conclusión a partir del análisis de los datos de la Fig. 1, ya que M_e muestra una relación lineal respecto del volumen sumergido, según la siguiente ecuación: $Volumen = 0,9783x M_e$, que es la expresión matemática del principio de Arquímedes: ($m_{empuje} = V_{cuerpo} \cdot \rho_{agua}$). El valor de la densidad de agua sugerida por este gráfico es cercano al valor esperado ($\rho_{agua} = 1.02 \text{ g/cm}^3$).

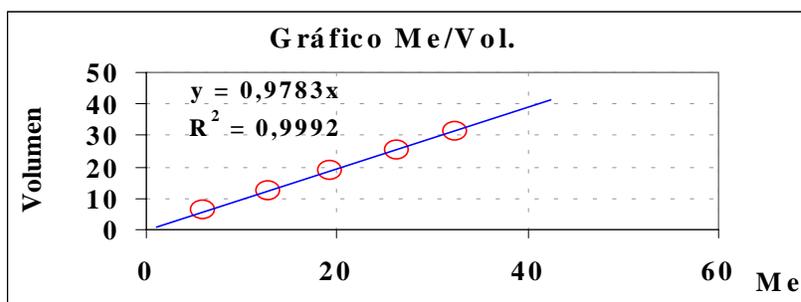


Fig. 1 Gráfico de los valores medidos de me en función del volumen sumergido.

Nuestra conclusión se vio reforzada por el coeficiente de correlación (R^2) muy aproximado a 1, lo que nos indica un muy buen ajuste de los datos empíricos a la relación lineal encontrada.

Con relación a la segunda parte del experimento, se confeccionó una tabla con los datos obtenidos y las densidades según la fórmula ya expuesta.

Elementos o sustancias	empuje en [g]	Masa [g]	densidad medida [g/cm3]	Densidad según tabla [g/cm3]
Bronce	11	92	8,36	
Roca	11	32	2,91	
Aluminio	39	109	2,79	2,702
Hierro	23	175	7,61	7,86
Cemento	11	23	2,09	
Madera	40	20	0,50	
Pesa	24	200	8,33	
Anillo de oro	0,67	10,5	15,67	19,32
Cadenita de plata	0,07	0,7	10,00	10,5
Planeta Tierra * a partir de datos de tablas				5,52 *

Mediante la comparación de los resultados con las densidades en la tabla periódica dedujimos que los objetos eran bastante puros, como por ejemplo el aluminio. También comprobamos la pureza de ciertos objetos personales según su densidad, tales como un anillo de oro (no muy puro) y una cadenita de plata (bastante pura).

Aplicación adicional:

Como se puede observar en la tabla, entre todos los objetos a los que se les calculó la densidad tenemos al Planeta Tierra. Esto es porque con la técnica obtenida y verificada para calcular densidades se puede llegar a medir también la densidad del mismo. Al conocer la masa, que es de $5,98 \times 10^{24}$ kg., y el volumen, ya que sabemos que su radio es de $6,37 \times 10^{23}$ km. y suponemos que la misma es una esfera, se tienen todos los datos que necesitamos para llevar a cabo la medición.

Al conocer la densidad del Planeta la podemos comparar con la de distintos elementos, como las rocas y así llevar a cabo conjeturas y poder sacar conclusiones respecto a la composición del mismo.

CONCLUSIÓN

A través de los experimentos realizados podemos sacar las siguientes conclusiones:

Verificamos de la validez del principio de Arquímedes mediante un experimento y pudimos obtener la densidad del agua. Este principio nos permitió medir la densidad de un cuerpo sin necesidad de calcular o medir su volumen. Esta técnica es de una gran utilidad ya que las balanzas tienen, por lo regular, mucha precisión y exactitud. Esta precisión es difícil de lograr en la determinación de volúmenes. Los valores de densidad obtenidos fueron muy cercanos a los que uno puede encontrar en las tablas. En definitiva podemos concluir que disponemos de un procedimiento general para la medición de la densidad que posee un alto grado de confianza y exactitud.

Finalmente, gracias a que la densidad es una magnitud intensiva, es decir, una magnitud que no depende de la cantidad de materia que compone al cuerpo sino sólo de su composición, podemos examinar y comprobar la pureza del material de distintos objetos con sólo calcular la densidad de los mismos. Podemos constatar si un cuerpo es realmente de oro, plata, hierro, entre otros y cuán cerca esta de estar compuesto totalmente por esos elementos. De esta forma, también, vemos si fuimos engañados o no.

Bibliografía

1. *Física re-Creativa* - S. Gil y E. Rodríguez - Prentice Hall - Buenos Aires 2001