

ÍNDICE.

- JUSTIFICACIÓN
- OBJETIVOS
- Objetivos de comprensión
- Objetivos de aplicación
- MARCO TEÓRICO
- Principio de Arquímedes
- Gráfica del principio de Arquímedes
- Estabilidad
- MATERIALES
 - Balanza
 - Regla graduada
 - Termómetro
 - Un beaker
 - Pipeta
 - Cuerpo cilíndrico macizo
 - Calibrador
- PROCEDIMIENTO
- TABLAS DE DATOS
- CÁLCULOS
- PORCENTAJE DE ERROR
- CONCLUSIONES
- BIBLIOGRAFÍA
- **JUSTIFICACIÓN.**

En el proceso de esta practica se han aplicado y aprendido las condiciones básicas del principio de flotación de Arquímedes.

El principio de Arquímedes afirma que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza hacia arriba igual al peso del fluido desplazado por dicho cuerpo. Esto explica por qué flota un barco muy cargado; su peso total es exactamente igual al peso del agua que desplaza, y ese agua desplazada ejerce la fuerza hacia arriba que mantiene el barco a flote.

El principio de Arquímedes permite determinar también la densidad de un objeto cuya forma es tan irregular que su volumen no puede medirse directamente. Si el objeto se pesa primero en aire y luego en agua, la diferencia de peso será igual al peso del volumen de agua desplazado, y este volumen es igual al volumen del objeto, si éste está totalmente sumergido. Así puede determinarse fácilmente la densidad del objeto (masa dividida por volumen). Si se requiere una precisión muy elevada, también hay que tener en cuenta el peso del aire desplazado para obtener el volumen y la densidad correctos.

Con los conceptos descritos anteriormente y aplicados en este laboratorio se ha analizado el comportamiento de los cuerpos y su flotación, permitiéndonos comprobar el principio de Arquímedes y posteriormente estos procedimientos podrán ser aplicados en nuestra vida profesional.

- **OBJETIVOS.**

2.1. Objetivos de comprensión

- Determinar en forma practica las fuerzas de empuje generadas por un fluido sobre un cuerpo.
- Encontrar el principio de Arquímedes en forma experimental rápida y sencillamente.

2.2. Objetivos de aplicación

- Aplicación experimental del principio de Arquímedes basado en problemas de flotación.
- Hallar el volumen del cilindro sumergido dado para la practica.
- Determinar las fuerzas de empuje del cilindro sumergido dado para la practica.

• MARCO TEÓRICO.

3.1. Principio de Arquímedes:

Ley física que establece que cuando un objeto se sumerge total o parcialmente en un líquido, éste experimenta un empuje hacia arriba igual al peso del líquido desalojado. La mayoría de las veces se aplica al comportamiento de los objetos en agua, y explica por qué los objetos flotan y se hunden y por qué parecen ser más ligeros en este medio.

El concepto clave de este principio es el 'empuje', que es la fuerza que actúa hacia arriba reduciendo el peso aparente del objeto cuando éste se encuentra en el agua.

Por ejemplo, si un bloque metálico que posee un volumen de 100 cm³ se hunde en agua, desplazará un volumen similar de agua cuyo peso aproximado es 1 N. Por tanto, el bloque parecerá que pesa 1 N menos.

Un objeto flota si su densidad media es menor que la densidad del agua. Si éste se sumerge por completo, el peso del agua que desplaza (y, por tanto, el empuje) es mayor que su propio peso, y el objeto es impulsado hacia arriba y hacia fuera del agua hasta que el peso del agua desplazada por la parte sumergida sea exactamente igual al peso del objeto flotante. Así, un bloque de madera cuya densidad sea 1/6 de la del agua, flotará con 1/6 de su volumen sumergido dentro del agua, ya que en este punto el peso del fluido desplazado es igual al peso del bloque.

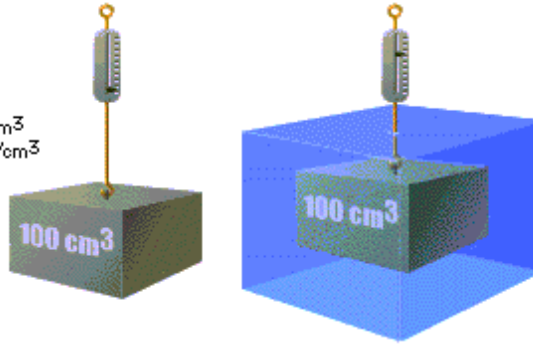
Por el principio de Arquímedes, los barcos flotan más bajos en el agua cuando están muy cargados (ya que se necesita desplazar mayor cantidad de agua para generar el empuje necesario).

Además, si van a navegar en agua dulce no se pueden cargar tanto como si van a navegar en agua salada, ya que el agua dulce es menos densa que el agua de mar y, por tanto, se necesita desplazar un volumen de agua mayor para obtener el empuje necesario. Esto implica que el barco se hunda más.

3.2. GRAFICA DEL PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

1

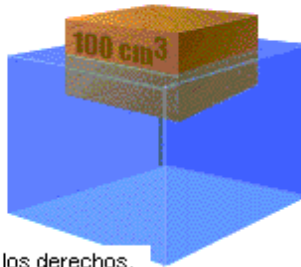
Volumen del aluminio = 100 cm^3
Densidad del aluminio = $2,7 \text{ g/cm}^3$
Masa del aluminio = 270 g
Peso del aluminio = $2,7 \text{ N}$



Volumen del agua desplazada = 100 cm^3
Densidad del agua = $1,0 \text{ g/cm}^3$
Masa del agua desplazada = 100 g
Peso del agua desplazada = $1,0 \text{ N}$

2

Volumen de la madera = 100 cm^3
Densidad de la madera = $0,6 \text{ g/cm}^3$
Masa de la madera = 60 g
Peso de la madera = $0,6 \text{ N}$



Volumen del agua desplazada = 60 cm^3
Densidad del agua = $1,0 \text{ g/cm}^3$
Masa del agua desplazada = 60 g
Peso del agua desplazada = $0,6 \text{ N}$

© Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Principio de Arquímedes

Al sumergirse parcial o totalmente en un fluido, un objeto es sometido a una fuerza hacia arriba, o empuje. El empuje es igual al peso del fluido desplazado. Esta ley se denomina principio de Arquímedes, por el científico griego que la descubrió en el siglo III antes de nuestra era. Aquí se ilustra el principio en el caso de un bloque de aluminio y uno de madera. (1) El peso aparente de un bloque de aluminio sumergido en agua se ve reducido en una cantidad igual al peso del agua desplazada. (2) Si un bloque de madera está completamente sumergido en agua, el empuje es mayor que el peso de la madera (esto se debe a que la madera es menos densa que el agua, por lo que el peso de la madera es menor que el peso del mismo volumen de agua). Por tanto, el bloque asciende y emerge del agua parcialmente desplazando así menos agua hasta que el empuje iguala exactamente el peso del bloque.

3.3. Estabilidad: La estabilidad en física e ingeniería, es la propiedad de un cuerpo que tiende a volver a su posición o movimiento originales cuando el objeto se aparta de la situación de equilibrio o movimiento uniforme, como resultado de la acción de unas fuerzas o momentos recuperadores. En un sistema móvil u oscilante, la estabilidad suele exigir tanto una fuerza recuperadora como un factor amortiguador. Si las fuerzas recuperadoras de un sistema oscilante eléctrico o mecánico (*véase Oscilación*), como por ejemplo un servomecanismo, no actúan en el momento correcto, y si la amortiguación no es suficiente, las fuerzas no pueden cumplir su función, con lo que el sistema se hace inestable y se descontrola. Las interacciones entre las fuerzas aerodinámicas oscilantes y estructuras como las superficies de control de un avión o los puentes colgantes de gran tamaño, pueden llevar a grandes vibraciones repentinas y desastrosas, conocidas como flameo.

En el funcionamiento de una aeronave hay que considerar distintas formas de estabilidad. Entre ellas están: la estabilidad inherente, que es la capacidad del avión de volver a su posición de vuelo normal después de una pequeña perturbación sin necesidad de aplicar controles externos; la estabilidad longitudinal, que impide que la parte delantera cabecee arriba y abajo; la estabilidad direccional, que impide los movimientos laterales, o guiñadas, y la estabilidad lateral, muy relacionada con la anterior, que impide el balanceo en torno al eje del fuselaje. Una combinación de inestabilidad direccional y lateral puede llevar a un deslizamiento lateral y, en el caso de algunos aviones (sobre todo los de alas muy inclinadas hacia atrás), a una inestabilidad espiral. En ese caso, el avión adopta una inclinación lateral demasiado grande provocada por la guiñada y se desliza en ese sentido, con lo que su inclinación lateral sigue aumentando y el radio de giro sigue disminuyendo.

- **MATERIALES.**

- **BALANZA:**

Definición: Dispositivo mecánico o electrónico empleado en hogares, laboratorios, empresas e industrias para determinar el peso o la masa (debido a la relación que existe entre ambas magnitudes) de un objeto o sustancia; también puede denominarse báscula en algunos casos. La balanza de brazo triple consta de un plato unido a unos brazos de los que penden unos pesos conocidos y en el otro extremo del plato se encuentra un punto de equilibrio (0) donde se gradúa la balanza.

Funcionamiento: El mecanismo de funcionamiento de la balanza, consta de dos pasos sencillos; primero se coloca en el plato el objeto de peso desconocido y posteriormente se procede a equilibrar el peso desconocido con los pesos de los brazos, graduando la balanza en el punto (0).

Esquema:

- **REGLA GRADUADA:**

Definición: Instrumento de madera, metal u otra materia rígida, por lo común poco gruesa y de figura rectangular que sirve para medir la distancia entre dos puntos y que esta graduada en unas unidades específicas.

Funcionamiento: La regla esta colocada en el cilindro horizontalmente y con esta se van midiendo las alturas del agua.

Esquema:

- **TERMÓMETRO:**

Definición: Instrumento empleado para medir la temperatura. El termómetro más utilizado es el de mercurio, el termómetro de mercurio es muy usado para medir temperaturas ordinarias; también se emplean otros líquidos como alcohol o éter. **Funcionamiento:** El termómetro de mercurio está formado por un capilar de vidrio de diámetro uniforme comunicado por un extremo con una ampolla llena de mercurio. El conjunto está sellado para mantener un vacío parcial en el capilar. Cuando la temperatura aumenta el mercurio se dilata y asciende por el capilar. La temperatura puede leerse en una escala situada junto al capilar.

Esquema:

- **BEAKER:**

Definición: Baso de precipitados graduado, que sirve para medir volúmenes.

Funcionamiento: En el Beaker se agregan los volúmenes de agua y se van midiendo en la escala vertical graduada.

Esquema:

- **PIPETA:**

Definición: Instrumento de laboratorio que se utiliza para medir o transvasar pequeñas cantidades de líquido. Los dos tipos de pipeta que se utilizan en los laboratorios con más frecuencia son la pipeta de Mohr o graduada y la pipeta de vertido. En la primera se pueden medir distintos volúmenes de líquido, ya que lleva

una escala graduada. La pipeta de vertido posee un único enrase circular en su parte superior, por lo que sólo puede medir un volumen. La capacidad de una pipeta oscila entre menos de 1 ml y 100 ml. En ocasiones se utilizan en sustitución de las probetas, cuando se necesita medir volúmenes de líquidos con más precisión.

Funcionamiento: Es un tubo de vidrio abierto por ambos extremos y más ancho en su parte central. Su extremo inferior, terminado en punta, se introduce en el líquido; al succionar por su extremo superior, el líquido asciende por la pipeta.

Esquema:

- CUERPO CILÍNDRICO MACIZO:

Definición: Cuerpo limitado por una superficie cilíndrica cerrada y dos planos que la cortan, está hecho de un material rígido y pesado.

Funcionamiento: El cilindro se cuelga en una varilla justamente encima del Beaker con agua y posteriormente se agregan volúmenes de agua y se miden en la regla puesta en el cilindro.

Esquema:

- CALIBRADOR:

Definición: Dispositivo mecánico que se utiliza para medir longitudes pequeñas con cierta precisión. Hay calibradores más complejos, como el pálmmer (parecido a una llave inglesa), que llevan una regla que permite la lectura directa de la medida de su abertura.

Funcionamiento: Los calibradores sencillos tienen dos patillas que se adaptan a las superficies cuya separación queremos medir. La abertura de las patillas se compara con una regla para obtener la medida.

Esquema:



Calibrador Pie de Rey con Vernier – Vernier Caliper

- **PROCEDIMIENTO.**

• **TABLAS DE DATOS.**

PESO DEL BEAKER + AGUA + CILINDRO SUMERGIDO (gr)	NIVEL DEL AGUA (mm)
448.5	10
488	20
550	30
628	40
685	50
750	60

DIÁMETRO DEL CILINDRO	70 mm
PESO DEL BEAKER + AGUA	389.5 gr
PESO DEL BEAKER	175.9 gr
TEMPERATURA	16 °C

• **CÁLCULOS.**

A. Determine el volumen de agua desalojado (volumen del cilindro sumergido), para cada dato.

$$V = \pi r^2 \times h = 1 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$V_1 = (3.5 \text{ cm})^2 \times 1 \text{ cm} = 38.48 \text{ cm}^3 = 3.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_2 = 7.69 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_3 = 11.5 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_4 = 15.39 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_5 = 19.2 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$V_6 = 23.09 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

B. Calcule el peso del volumen de agua desalojado por la diferencia de pesos cuando el cilindro estaba sumergido y cuando se retiro (esto para los mismos niveles).

$$W \text{ agua desalojada} = W \text{ sumergido} - W \text{ no sumergido}$$

$$W_1 = 448.5 \text{ gr} - 389.5 \text{ gr} = 59 \text{ gr} = 0.059 \text{ Kg} \times 9.8 \text{ m} / \text{S}^2 = 0.57 \text{ N}$$

$$W_2 = 0.96 \text{ N}$$

$$W_3 = 1.08 \text{ N}$$

$$W_4 = 2.3 \text{ N}$$

$$W_5 = 2.9 \text{ N}$$

$$W_6 = 3.5 \text{ N}$$

C. Calcule el peso del volumen de agua desalojado mediante la expresión:

$$W = \text{agua} \times V \text{ desalojado de donde } V \text{ desalojado} = h \text{ (nivel)} \times A$$

$$\text{agua} = 9810 \text{ N/m}^3 \quad A = \frac{\pi}{4} \times D^2 \quad 1 \text{ m}^3 = 1 \times 10^6 \text{ cm}^3$$

$$W_1 = 9810 \text{ N/m}^3 \times 3.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3 = 0.40 \text{ N}$$

$$W_2 = 0.75 \text{ N}$$

$$W_3 = 1.1 \text{ N}$$

$$W_4 = 1.51 \text{ N}$$

$$W_5 = 1.9 \text{ N}$$

$$W_6 = 2.3 \text{ N}$$

D. Calcule la fuerzas de empuje y compare con los resultados antes obtenidos:

R// Las fuerzas de empuje son los mismos pesos obtenidos en los anteriores pasos.

E. Explique claramente que es y para que sirve:

- **METACENTRO:** En un cuerpo simétrico flotante, el *Metacentro* es el punto en el que la vertical que pasa por el centro de empuje de las aguas, corta, cuando aquel se inclina un poco, a la dirección que toma en tal caso la línea que pasaba por los centros de gravedad y de presión y que era vertical cuando el cuerpo estaba en reposo y adrizado (poner derecho o vertical lo que está inclinado y especialmente enderezar o levantar una nave). Cuando el *METACENTRO* está más alto que el centro de gravedad, el equilibrio es estable. El *Metacentro* se encuentra por arriba del centro de gravedad en un cuerpo flotante.
- **ALTURA METACÉNTRICA:** Es una medida de la estabilidad relativa, definida como la distancia al metacentro desde el punto de gravedad del cuerpo flotante.

• **PORCENTAJE DE ERROR.**

$$\% \text{ ERROR} = X \times 100$$

PARA LOS PESOS (W):

$$\% \text{ ERROR } 1 = 0.40 - 0.57 / 0.40 \times 100 = 42.5 \%$$

$$\% \text{ ERROR } 2 = 28 \%$$

$$\% \text{ ERROR } 3 = 1.8 \%$$

$$\% \text{ ERROR } 4 = 52.3 \%$$

$$\% \text{ ERROR } 5 = 52.6 \%$$

% ERROR 6 = 52.1 %

• **CONCLUSIONES.**

Por medio de esta practica, aprendimos como analizar por medio del *principio de flotación de Arquímedes* las diferentes formas de calcular pesos, volúmenes y fuerzas de empuje de un cuerpo flotante.

Comparando los resultados y hallando el porcentaje de error correspondiente para cada dato, se pudo observar un alto margen de error, este debido posiblemente a los siguientes factores:

La superficie sobre la cual estaba apoyada la balanza no estaba en una posición fácil ni perfectamente horizontal, tenía cierto grado de inclinación, lo que influyo en los cambios de las medidas.

Al realizar las medidas de volumen, altura y peso sobre todo, se pudo haber tomado mal la medida ya sea por error de paralaje o simplemente mala observación.

Al realizar los cálculos es muy posible que se hallan descartado muchos números decimales, además se pudo haber tenido errores en la forma de tabular los datos.

Debido a los errores anteriormente mencionados los resultados no fueron los esperados ni los más óptimos, pero aprendimos los conceptos que se querían aplicar y tuvimos la posibilidad de ponerlos en practica.

• **BIBLIOGRAFÍA.**

STREETER, Victor L. Mecánica de Fluidos. Mexico. Mc Graw–Hill. 1995

MOTT ROBERT, Mecánica de fluidos aplicada. Ed. Prentice Hall.

Vennard, John K. And Robert L. Street. Elementary Fluid Mechanics. New York. John Wiley and sons.

ENCICLOPEDIA MICROSOFT ENCARTA 99.

DICCIONARIO LARROUSE ILUSTRADO.

VALOR TEÓRICO – VALOR EXPERIMENTAL

VALOR TEÓRICO

Nota: los pesos incluyen el peso del beaker.

6. Saque el cilindro del Beaker y mida la temperatura del agua.

5. Mida con ayuda del calibrador el diámetro del cilindro.

4. Repita el procedimiento anterior 5 veces más. Y consigne los datos obtenidos en la tabla dada para la practica.

3. Con ayuda de la pipeta, coloque una cantidad de agua en el Beaker con el cilindro sumergido y proceda a medir el nivel con ayuda de la regla y luego pese todo el conjunto.

2. Llene el Beaker con agua hasta la referencia de la base del cilindro y proceda a pesarlo.

1. Coloque la regla y el cuerpo cilíndrico alineados, de tal forma que se referencie la base del cuerpo.