

Experimentos:

SEF - 01

**Experimentos  
con el  
Sistema para el Estudio de los Fluidos  
FICER, SFL - 01**



Grupo FICER - UANL  
Monterrey, N.L., México

Lista de Experimentos  
que se pueden realizar  
con el  
Sistema para el Estudio de los Fluidos  
FICER, SEF-01

- Exp. 1.-        Calculo de la densidad de cuerpos sólidos
- Exp. 2.-        Calculo de la densidad de líquidos, mediante la masa y  
                     volumen parciales
- Exp. 3.-        Calculo de la densidad de líquidos, mediante el peso y  
                     volumen parciales
- Exp. 4.-        Construcción de un hidrómetro
- Exp. 5.-        Calculo de la presión ejercida por el asiento de fakir, al  
                     sentarse en él
- Exp. 6.-        Determinación de la fuerza de flotación
- Exp. 7.-        Demostración del Principio de Arquímedes
- Exp. 8.-        Determinación de densidades de sólidos y líquidos  
                     mediante el Principio de Arquímedes
- Exp. 9.-        Determinación de la magnitud de la velocidad de un  
                     flujo de aire utilizando el Tubo de Venturi
- Exp. 10.-       Determinación de la magnitud de la velocidad de un  
                     flujo de aire utilizando la Sonda de Prandtl

# Exp. 1

## Calculo de la densidad de cuerpos sólidos

### I.- Objetivos

Calcular la densidad de la sustancia con que está hecho un cuerpo sólido, a partir de la definición de densidad.

### II.- Equipo y material empleado

- 1 balanza granataria de tres brazos, con capacidad de 1 kg
- 1 esfera de acero
- 1 cilindro de latón
- 1 cono truncado de aluminio
- 1 Tuerca de cobre de 2.54 cm
- 1 pie de rey
- 1 probeta graduada de 250 ml
- 1/2 litro de agua
- 1 hoja de papel
- 1 lápiz

### III.- Teoría

Para tener claros los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda leer el Epígrafe 1: *La densidad de la sustancia*, del manual de Apoyo Técnico-Didáctico: Serie de Fluidos.

desde el punto de vista operacional, la densidad de un cuerpo de masa  $m$  y volumen  $V$  se calcula dividiendo la masa del cuerpo entre el volumen que éste ocupa, es decir,

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

simbólicamente lo expresa como:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

De la ecuación (1) podemos notar que en el Sistema Internacional de unidades (SI), las unidades de la densidad son  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , aunque también es común ver expresada esta magnitud en el sistema cgs, cuyas unidades son  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .

#### IV.- Diseño del experimento

- Primero: Se mide la masa de cada uno de los cuerpos con la balanza.  
Segundo: Se calcula el volumen de cada uno de los cuerpos.  
Tercero: Se calculan las densidades de cada uno de los cuerpos.

#### V.- Desarrollo del experimento

- 1.- Con la ayuda de la balanza granataria mida la masa de cada cuerpo y anótela en la casilla correspondiente de la Tabla I.
- 2.- Para los cuerpos de forma regular, mida los parámetros necesarios para calcular el volumen, de acuerdo con las fórmulas dadas para tal fin en el Epígrafe 1: *la densidad de la sustancia*, En el caso del cuerpo de forma irregular (la tuerca), para calcular su volumen, use cualquiera de los métodos *cuerpo - probeta graduada* o *cuerpo - vasija de derrame*, explicados en el mismo Epígrafe. Anote los valores de estos volúmenes en las casillas correspondientes de la Tabla I.

- 3.- Calcule la densidad de cada uno de los cuerpos, sustituyendo los valores respectivos de la masa y del volumen en la ecuación (1). Anote los valores encontrados en la casilla destinada para ese fin en la Tabla I.

#### VI.- Discusión y conclusiones

Con el valor calculado de la densidad de cada cuerpo en particular, identifique la sustancia de que está hecho cada cuerpo, para ello, use la Tabla de densidades de sólidos dada en el Epígrafe 1. De acuerdo a sus cálculos, diga de que sustancia está hecho cada cuerpo y escríbala en la casilla que para tal fin se destinó en la Tabla I

Conteste además las siguientes preguntas:

- 1.- ¿ Influye de alguna manera la temperatura ambiente en el cálculo de las densidades que usted realizó ?
- 2.- ¿ Cómo se expresa la densidad de la sustancia mediante la masa de una molécula y el número de moléculas en  $1 \text{ m}^3$  ?
- 3.- ¿ qué se debe conocer para determinar el número de moléculas en  $1 \text{ m}^3$  de sustancia ?

Cuerpo	Masa m en (g)	Volumen V en (cm <sup>3</sup> )	Densidad $\rho$ en $\left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}\right)$	Densidad $\rho$ en $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	Sustancia del cuerpo
Esfera					
Cilindro					
Cono truncado					
Tuerca					

Tabla I.- Datos sobre los cuerpos dados

# Exp. 2

## Calculo de la densidad de líquidos, mediante la masa y volumen parciales

### I.- Objetivos

Calcular la densidad de una sustancia líquido dada, a partir de su masa y volumen parciales.

### II.- Equipo y material empleado

- 1 balanza granataria de tres brazos, con capacidad de 1 kg
- 1 probeta graduada de 250 ml
- ½ litro de agua
- ½ litro alcohol
- 1 hoja de papel
- 1 lápiz

### III.- Teoría

Para tener claros los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda leer el Epígrafe 1: *La densidad de la sustancia*, del manual de Apoyo Técnico-Didáctico: Serie de Fluidos.

desde el punto de vista operacional, la densidad de un cuerpo de masa  $m$  y volumen  $V$  se calcula dividiendo la masa del cuerpo entre el volumen que éste ocupa, es decir,

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

simbólicamente lo expresa como:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

De la ecuación (1) podemos notar que en el Sistema Internacional de unidades (SI), las unidades de la densidad son  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , aunque también es común ver expresada esta magnitud en el sistema cgs, cuyas unidades son  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .

#### IV.- Diseño del experimento

Primero: Se mide la masa y volumen de diferentes cantidades de esa sustancia.

Segundo: Con los diferentes valores obtenidos para la masa y volumen se hace una gráfica de masa contra el volumen, colocando la masa en el eje de las ordenadas.

Tercero: Se ajusta una recta a los puntos de la gráfica obtenida y se calcula su pendiente, este valor será igual a la densidad de la sustancia dada.

#### V.- Desarrollo del experimento

1.- Empezando con la probeta vacía, anote la de la probeta en todas las casillas de la segunda columna de la Tabla I.



- 3.- Con la ayuda de un vasito, ponga  $10\text{ cm}^3$  de agua en la probeta graduada y anote la magnitud de la masa del conjunto probeta-agua. en la casilla destinada para ese fin en la Tabla I.
- 4.- Repita el paso anterior nueve veces más agregando  $10\text{ cm}^3$  cada vez que realice esta operación.
- 5.- Una vez llena la Tabla I, con los valores dados en las casillas de la primera y cuarta columnas de ella, construya una grafica de las valores de las masas contra los volúmenes
- 6.- Utilizando el método de mínimos cuadrados, calcule la pendiente de la línea recta que mejor se ajusta al conjunto de puntos de la gráfica obtenida en el paso anterior. El valor de la pendiente igual al valor de la densidad del agua vertida en la probeta.
- 7.- Tire el agua de la probeta, séquela muy bien y póngala de nuevo en el plato de la balanza.
- 8.- Repita los pasos del 1 al 6 de este desarrollo pero ahora utilice alcohol en lugar de agua. Los datos obtenidos escríbalos en la Tabla II.

#### VI.- Discusión y conclusiones

Compare el valor calculado para la densidad para cada líquido, con el valor correspondiente dado en Tabla de densidades de líquidos incluida en el Epígrafe 1: *La densidad de la sustancia.*

Conteste además las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Cuál es el error porcentual en el valor calculado para la densidad con este método ? Para calcular este error, tome las densidades para el agua y el alcohol dados en el Epígrafe 1.
- 2.- ¿Influye de alguna manera la temperatura ambiente en el cálculo de las densidades que usted realizó ? ¡ Explique su respuesta !
- 3.- ¿Podría usarse este método para calcular densidades de sólidos y gases ? ¡ Explique su respuesta !

# Exp. 3

## Calculo de la densidad de líquidos, mediante el peso y volumen parciales

### I.- Objetivos

Calcular la densidad de una sustancia líquido dada, a partir del peso y volumen parciales.

### II.- Equipo y material empleado

- 1 dinamómetro
- 1 probeta graduada de 250 ml
- ½ litro de agua
- ½ litro alcohol
- 1 hoja de papel
- 1 lápiz

### III.- Teoría

Para tener claros los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda leer el Epígrafe 1: *La densidad de la sustancia*, del manual de Apoyo Técnico-Didáctico: Serie de Fluidos.

desde el punto de vista operacional, la densidad de un cuerpo de masa  $m$  y volumen  $V$  se calcula dividiendo la masa del cuerpo entre el volumen que éste ocupa, es decir,

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

simbólicamente lo expresa como:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

De la ecuación (1) podemos notar que en el Sistema Internacional de unidades (SI), las unidades de la densidad son  $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ , aunque también es común ver expresada esta magnitud en el sistema cgs, cuyas unidades son  $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .

#### IV.- Diseño del experimento

Primero: Se mide el peso y volumen de diferentes cantidades de esa sustancia.

Segundo: Con los diferentes valores obtenidos para peso y volumen se hace una gráfica el peso contra el volumen, colocando el peso en el eje de las ordenadas.

Tercero: Se ajusta una recta a los puntos de la gráfica obtenida y se calcula su pendiente, si el valor encontrado de esta pendiente se divide por el valor de la magnitud de la aceleración de la gravedad estándar, el cociente resultante corresponderá será la densidad de la sustancia dada.

#### V.- Desarrollo del experimento

1.- Se ata un trozo de hilo al extremo abierto de una probeta graduada, de tal manera que el hilo forme un asa que permita colgar la probeta del gancho del dinamómetro. Realice la instalación como se indica en la figura 1.

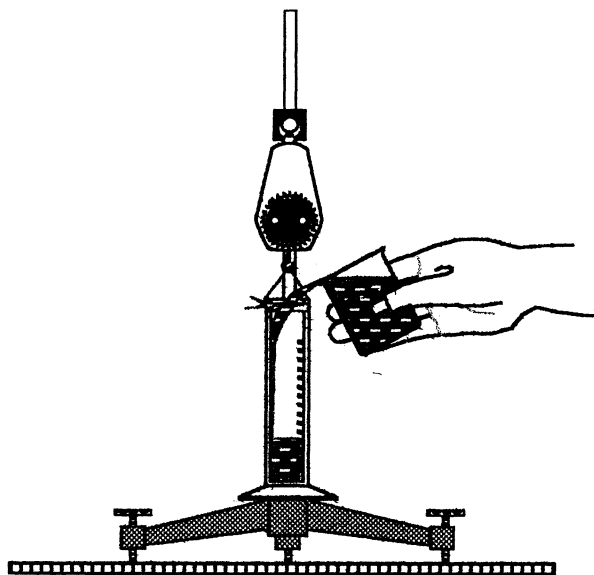


Figura 1.- Instalación experimental

- 2.- Empezando con la probeta vacía, anote el peso de la probeta en todas las casillas de la segunda columna de la Tabla I.
- 3.- Con la ayuda de un vasito, ponga  $10\text{ cm}^3$  de agua en la probeta graduada y anote la magnitud del peso del conjunto probeta-agua. en la casilla destinada para ese fin en la Tabla I.
- 4.- Repita el paso anterior nueve veces más agregando  $10\text{ cm}^3$  cada vez que realice esta operación.
- 5.- Una vez llena la Tabla I, con los valores dados en las casillas de la primera y cuarta columnas de ella, construya una grafica de las magnitudes de los pesos contra los volúmenes
- 6.- Utilizando el método de mínimos cuadrados, calcule la pendiente de la línea recta que mejor se ajusta al conjunto de puntos de la gráfica obtenida en el paso anterior. El valor de la pendiente obtenida, dividida por el valor

# Tabla de datos para el agua

Volumen del líquido	Magnitud del peso de la probeta	Magnitud del peso de la probeta y líquido	Magnitud del peso líquido
$V$ en ( $m^3$ )	$W_p$ en (N)	$W_{pyl}$ en (N)	$W_{pyl} - W_p$ en (N)
$10 \cdot 10^{-5}$			
$20 \cdot 10^{-5}$			
$30 \cdot 10^{-5}$			
$40 \cdot 10^{-5}$			
$50 \cdot 10^{-5}$			
$60 \cdot 10^{-5}$			
$70 \cdot 10^{-5}$			
$80 \cdot 10^{-5}$			
$90 \cdot 10^{-5}$			
$100 \cdot 10^{-5}$			

Tabla I.- Datos para calcular la densidad del agua.

Tabla de datos para el alcohol

Volumen del líquido	Magnitud del peso de la probeta	Magnitud del peso de la probeta y líquido	Magnitud del peso líquido
$V$ en ( $m^3$ )	$W_p$ en (N)	$W_{pyl}$ en (N)	$W_{pyl} - W_p$ en (N)
$10 \cdot 10^{-5}$			
$20 \cdot 10^{-5}$			
$30 \cdot 10^{-5}$			
$40 \cdot 10^{-5}$			
$50 \cdot 10^{-5}$			
$60 \cdot 10^{-5}$			
$70 \cdot 10^{-5}$			
$80 \cdot 10^{-5}$			
$90 \cdot 10^{-5}$			
$100 \cdot 10^{-5}$			

Tabla II.- Datos para calcular la densidad del alcohol.

# Exp. 4

## Construcción de un hidrómetro

### I.- Objetivos

- 1.- Construir un hidrómetro
- 2.- Medir la densidad de algunos líquidos

### II.- Equipo y materiales requeridos

- 1 probeta de 250 ml
- 1/2 Litro de agua potable
- 1/2 Litro de alcohol
- 1/2 Litro de vinagre de manzana
- 50 Gramos de sal de mesa
- 1 Popote transparente
- 1 Hoja de papel milimetrado
- 1 Tornillo de cabeza de gota que entre ajustado al popote
- 1 Un tubito de silicón
- 1 Bolígrafo con tinta negra
- 1 Tijeras

### III.- Teoría

Repase antes que todo el Epígrafe 11, titulado: *Densidades en líquidos y el funcionamiento del hidrómetro.*

De acuerdo a lo establecido en el Epígrafe recomendado, la densidad  $\rho$  de un líquido diferente del agua, expresada en  $\frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$  se encuentra aplicando la siguiente ecuación:



$$\rho = 1000 \left( \frac{h_0}{h} \right) \quad (2)$$

Donde  $h_0$  es la profundidad a que se sumergió el hidrómetro en el agua y  $h$  corresponde a la profundidad a que se sumerge el hidrómetro en el líquido a ensayar

También, si la densidad  $\rho$  del líquido a ensayar se quiere expresar en  $\frac{g}{cm^3}$ , entonces, sin necesidad de hacer conversión de unidades, utilizamos directamente la ecuación (3), la cual establece que:

$$\rho = \left( \frac{h_0}{h} \right) \quad (3)$$

Note que en las ecuaciones (3) y (4) el cociente  $\frac{h_0}{h}$  es adimensional, siempre y cuando las dos profundidades  $h_0$  y  $h$  se expresen en el mismo sistema de unidades.

#### IV.- Procedimiento

a) para la construcción del hidrómetro

Tomando el resultado anterior como base, podemos construir nuestro propio hidrómetro para líquidos; para tal fin, córtese una tira de papel milimetrado de 8 mm de ancho por 18.5cm de largo, y trácese sobre ella una escala, iniciando con el número cero en la parte inferior de la tira de papel, después, el número uno en el siguiente centímetro y así sucesivamente hasta marcar el N° 18, éste último quedará a medio centímetro de la parte superior de la tira de papel.

Selle uno de los extremos del popote con silicón e introduzca el tornillo en ese extremo. Espere a que seque el silicón y cerciórese que el tornillo quede bien fijo al popote. Bajo estas circunstancias, el popote deberá flotar parcialmente en el agua manteniéndose en posición vertical, esto último debido a al tornillo usado como lastre. Finalmente, introduzca con cuidado la tira de papel milimetrado al interior del popote y ya está listo el hidrómetro para ser usado.

b) Procedimiento para la determinación de la densidad en líquidos.

- 1.- Ponga 100 ml de agua potable en la probeta e introduzca en ella el hidrómetro construido con el popote. Espere a que el hidrómetro alcance el equilibrio ( i.e., cuando este en reposo) y observe en la escala la línea que coincide con el nivel de la superficie libre del agua. Anote la lectura indicada en la escala.
- 2.- Vacíe el agua de la probeta, límpiela muy bien y séquela. Ahora, ponga los 100 ml de vinagre en la probeta, introduzca el hidrómetro en el vinagre de la probeta y espere que éste alcance el equilibrio. Anote la lectura indicada en al escala por el nivel de la superficie libre del vinagre.
- 3.- Calcule la densidad del vinagre, utilizando para ello las profundidades del hidrómetro registradas para el agua y el vinagre. Use la ecuación (1) para tal fin.
- 4.- Repita los pasos 2 y 3 de este procedimiento pero ahora con alcohol en la probeta. De esta manera conocerá la densidad del alcohol, anótela.

- 5.- Ahora agregue 20 gm de sal a 100 ml de agua en la probeta, agite la mezcla y repita los pasos 2 y 3 de este procedimiento. Anote el valor de la densidad del agua salada.

## V.- Discusión y conclusiones

Compare el valor calculado para la densidad para cada líquido, con el valor correspondiente dado en Tabla de densidades de líquidos incluida en el Epígrafe 1: *La densidad de la sustancia*.

Conteste además las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Cuál es el error porcentual en el valor calculado para la densidad con este método ? Para calcular este error, tome las densidades para el agua y de las sustancias que se ensayaron dadas en el Epígrafe 1.
- 2.- ¿Cómo podría usar su hidrómetro y este método para saber si la leche que usted compra en el mercado le agregaron agua deliberadamente para realizar una venta fraudulenta? ; Explique su respuesta !

# Exp. 5

## Calculo de la presión ejercida por el asiento de fakir, al sentarse en él.

### I.- Objetivos

Calcular la presión que el conjunto de calvos del asiento de fakir ejercen sobre la piel del cuerpo al sentarse sobre ella.

### II.- Equipo y material empleado

- 1 pie de rey
- 1 asiento de fakir
- 1 pieza de papel o cartón de 35 x 40 cm
- 1 hoja de papel
- 1 lápiz

### III.- Teoría

Para tener claros los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda leer el Epígrafe 2: *La presión*, del manual de Apoyo Técnico-Didáctico: Serie de Fluidos.

Allí encontramos que la presión que ejerce una fuerza dada al aplicarse sobre una superficie en particular de área A, se define como:

$$\text{presión} = \frac{\text{magnitud de la componente normal de la fuerza}}{\text{área}}$$

simbólicamente lo expresa como:

$$p = \frac{F_N}{A} \quad (1)$$

De la ecuación (1) podemos notar que en el Sistema Internacional de unidades (SI), las unidades de la presión son  $\frac{N}{m^2}$ , aunque también es común ver expresada esta magnitud en pascuales (Pa), sabiendo que  $1 \text{ Pa} = 1 \frac{N}{m^2}$

#### IV.- Diseño del experimento

Primero: Se pone el papel o cartón cubriendo completamente los clavos del asiento de fakir

Segundo: Se sienta una persona en el asiento de fakir y se cuentan los puntos que los clavos dejan sobre el papel.

Tercero: Se calcula el área total en que se apoya el cuerpo de la persona

Cuarto: Se calcula la presión de los clavos sobre la persona

#### V.- Desarrollo del experimento

- 1.- Se coloca el asiento de fakir en una silla
- 2.- Se cubren los clavos del asiento de fakir con la pieza de papel o de cartón.
- 3.- Se sienta una persona en el asiento de fakir.

- 4.- Se cuentan las marcas que dejan los clavos en la pieza de papel o cartón y se designa por  $N_c$ . Se registra este número en la casilla correspondiente de Tabla de Datos.
- 5.- Se mide con el pie de rey el diámetro de la punta de un clavo y se calcula su área  $A_1$ . Se registra su valor en la casilla correspondiente de Tabla de Datos.
- 6.- Se calcula el área total  $A$  de los clavos en contacto con el cuerpo. Se registra su valor en la casilla correspondiente de Tabla de Datos
- 7.- Se mide el peso  $W$  de la persona, en newtons. Se registra su valor en la casilla correspondiente de Tabla de Datos
- 8.- Se calcula la presión total  $p$  y se registra su valor en la casilla correspondiente de Tabla de Datos

Peso $W$ de la persona, en (N).	Número $N_c$ de marcas de clavo en el papel.	Área $A_1$ de la punta de un clavo, en ( $m^2$ )	Área total $A = N_c \cdot A_1$ de apoyo en ( $m^2$ )	Presión total $p = \frac{W}{A}$ del asiento sobre el cuerpo, en (Pa)

Tabla de Datos

Conteste además las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Si el asiento tuviese un sólo clavo de esas dimensiones, cuál sería la presión total que éste ejercería sobre el cuerpo?

- 2.- Si el asiento tuviese uno o dos clavos únicamente, lo mas probable es que al sentarse una persona los clavos se le insertarían en la piel ¿ porqué?
- 3.- Explique en no más de cinco renglones, ¿porqué los clavos del asiento completo de fakir no se insertan en el cuerpo de la persona ?

# Exp. 6

## Determinación de la fuerza de flotación

### I.- Objetivo

Observar mediante un experimento el efecto de empuje que un fluido (líquido en nuestro caso), ejerce sobre un cuerpo sumergido total o parcialmente en él y, determinar la magnitud de la fuerza de flotación ejercida por el fluido sobre el cuerpo.

### II.- Equipo y materiales requeridos

- 1 Tripié
- 1 Soporte metálico
- 1 Nuez
- 1 Dinamómetro
- 1 Cilindro de plástico provisto con un lazo de hilo
- 1 Vaso de precipitados de 500 ml
- 1 Litro de agua
- 1 litro de alcohol
- 100 g de sal común
- 1 agitador

### III.- Análisis teórico

Para tener claros los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda leer el Epígrafe 10: *Análisis sobre la Flotación y el Principio de Arquímedes*, del manual de Apoyo Técnico-Didáctico: Serie de Fluidos.

Sabemos que Arquímedes, con base en sus propios experimentos estableció su Principio de Flotación, en él, asegura que un cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido (líquido o gas), experimenta una fuerza vertical hacia arriba, llamada fuerza de flotación



Para calcular la magnitud de la fuerza de flotación, emplearemos la siguiente ecuación:

$$F_f = W_{ca} - W_{cf} \quad (1)$$

en donde:

$F_f$  = Magnitud de la fuerza de flotación  
 $W_{ca}$  = Magnitud del peso del cuerpo en el aire  
 $W_{cf}$  = Magnitud del peso del cuerpo en el fluido

La dirección de la fuerza de flotación coincide con la vertical (dirección de la aceleración de la gravedad en ese punto) y el sentido es hacia arriba.

#### IV.- Diseño del experimento

El plan experimental trazado para este experimento es el siguiente:

- Primero: Con el dinamómetro, se mide la magnitud del peso de un cuerpo cualquiera en el aire.
- Segundo: Se sumerge completamente el cuerpo en un fluido y bajo esas circunstancias se mide nuevamente la magnitud del peso de éste. Se calcula la diferencia de las magnitudes de ambos pesos. La diferencia calculada será igual a la magnitud de la fuerza de flotación.
- Tercero: Se calcula la magnitud de la fuerza de flotación para otros cuerpos.
- Cuarto: Se calcula la magnitud de la fuerza de flotación que actúa sobre uno de los cuerpos utilizando otros fluidos.

## V.- Procedimiento

- 1.- Suspenda del gancho del dinamómetro mediante el lazo de hilo el cilindro de plástico.
- 2.- Realice la instalación como se indica en la figura 1.

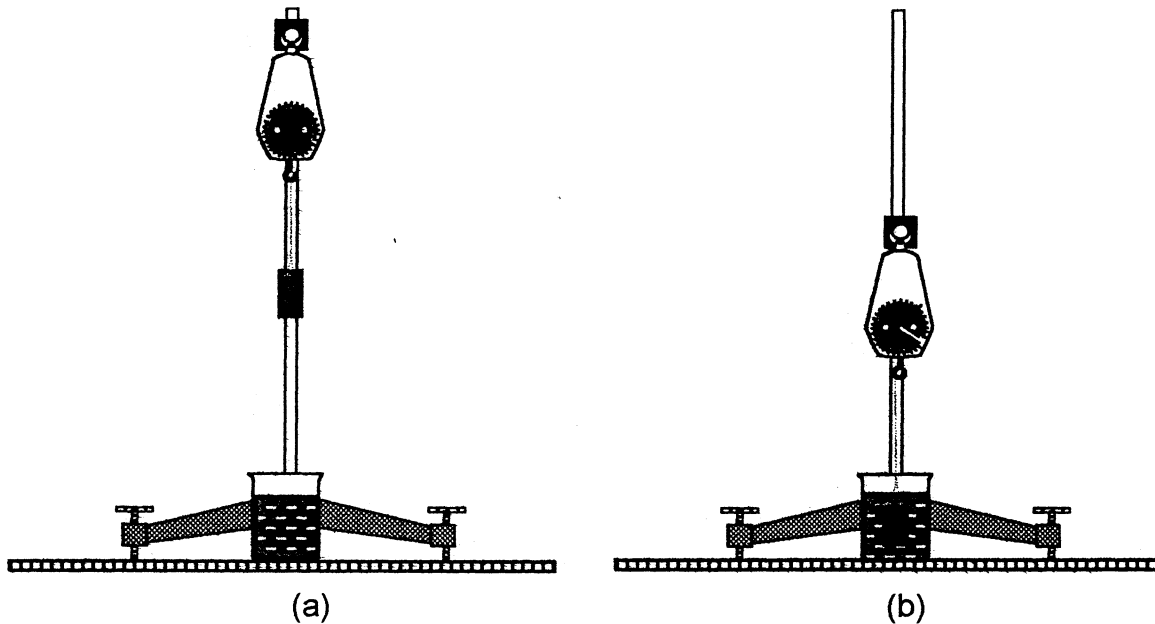


Figura 1.- (a) peso del cuerpo en el aire y (b) peso del cuerpo en el fluido

- 3.- Con el cilindro de plástico colgado del gancho del dinamómetro como se indica en la figura 1 (a), mida la lectura indicada en el dinamómetro. Esta lectura corresponderá a la magnitud  $W_{ca}$  del peso del cuerpo en el aire. Regístrela en la Tabla I
- 4.- Vacíe 400 ml de agua en el vaso de precipitados de 600 ml y colóquelo bajo el cilindro de plástico. Baje la nuez con el travesaño donde está colgado el dinamómetro y el cilindro de plástico, hasta que este último quede completamente sumergido en el agua. Ver la figura 2(a). Registre en la Tabla I,

la lectura indicada en el dinamómetro. Esta lectura, corresponderá a la magnitud  $W_{cf}$  del peso del cuerpo en el fluido.

- 5.- Calcule la diferencia entre la magnitud del peso del cilindro en el aire y en el agua. Esta diferencia será la magnitud la fuerza de flotación  $F_f$  que el agua ejerce sobre el cilindro de plástico. Anote este valor en al Tabla I.

Cilindro de plástico			
Fluido	Peso del cuerpo en el aire $W_{ca}$ en N	Peso del cuerpo en el fluido $W_{cf}$ en N	Fuerza de flotación $F_f$ en N
Agua			
Agua salada			
alcohol			

Tabla I.- Datos para el cilindro de plástico

- 6.- Levante la nuez con el travesaño donde está colgado el dinamómetro y el cilindro de plástico, hasta que este último quede completamente en el aire. Cambie el cilindro de plástico por el cilindro de aluminio, y repita los pasos 1,2,3 ,4 y 5 de este procedimiento. Registre los datos en la Tabla II.

Cilindro de aluminio			
Fluido	Peso del cuerpo en el aire $W_{ca}$ en N	Peso del cuerpo en el fluido $W_{cf}$ en N	Fuerza de flotación $F_f$ en N
Agua			
Agua salada			
alcohol			

Tabla II.- Datos para el cilindro de aluminio

- 7.- Levante la nuez con el travesaño donde está colgado el dinamómetro y el cilindro de aluminio, hasta que este último quede completamente en el aire. Cambie el cilindro de aluminio por el cilindro de latón, y repita los pasos 1,2,3, 4 y 5 de este procedimiento. Registre los datos en la Tabla III.

Cilindro de latón			
Fluido	Peso del cuerpo en el aire $W_{ca}$ en N	Peso del cuerpo en el fluido $W_{cf}$ en N	Fuerza de flotación $F_f$ en N
Agua			
Agua salada			
alcohol			

Tabla III.- Datos para el cilindro de latón

- 8.- Repita todo este procedimiento para dos fluidos más, por ejemplo:
- Disolución de agua saturada con sal común
  - Alcohol

## VI.- Discusión y conclusiones

Obviamente, el peso del cuerpo está dirigido verticalmente y su sentido es hacia abajo, es decir, en la misma dirección y el mismo sentido que el de la aceleración de la gravedad en el lugar donde se realiza el experimento. Por otra parte, la fuerza de flotación, está en la misma dirección del peso del cilindro, pero en sentido contrario, es decir hacia arriba.

Con base en lo observado y registrado en el desarrollo del experimento, conteste las siguientes preguntas.

- 1.- ¿Existe alguna dependencia entre la fuerza de flotación ejercida sobre el cilindro y la densidad del fluido donde se sumerge éste?
- 2.- ¿Existe alguna relación entre la fuerza de flotación ejercida sobre el cilindro y la densidad del propio cilindro?
- 3.- ¿Tendrá el mismo valor la fuerza de flotación que actúa sobre el cilindro cuando éste se sumerge completamente en el líquido, que cuando sólo sumergimos una parte de él?

# Exp. 7

## Demostración del Principio de Arquímedes

### I.- Objetivo

Demostrar el Principio de Arquímedes, es decir, comprobar que cuando un cuerpo es sumergido total o parcialmente en un fluido, la magnitud de fuerza de flotación ejercida por el fluido sobre el cuerpo, es igual a la magnitud del peso del volumen del fluido desalojado por el cuerpo.

### II.- Equipo y material requeridos

- 1 Tripié
- 1 Soporte metálico
- 1 Nuez
- 1 Dinamómetro
- 1 cilindros de plástico provisto con un lazo de hilo
- 1 cilindros de latón provisto con un lazo de hilo
- 1 cilindros de aluminio provisto con un lazo de hilo
- 1 Probeta graduada de 250 cm<sup>3</sup> (ml)
- 1/2 Litro de agua
- 1/2 litro de alcohol
- 100 gm de sal común
- 1 agitador

### III.- Análisis teórico

Para tener claros los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda leer el Epígrafe 10: *Análisis sobre la flotación y el Principio de Arquímedes*, del manual de apoyos Técnico - Didácticos: Serie Fluidos.

Sabemos que Arquímedes, con base en sus experimentos estableció lo que hoy conocemos como Principio de Arquímedes, en él establece que: un cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido (líquido o gas), experimenta una fuerza vertical hacia arriba, cuya magnitud es igual a la fuerza de gravedad que actúa sobre el volumen del fluido desplazado por el cuerpo.

### IV.- Diseño del experimento

El plan experimental es el siguiente:

Primero: Con el Dinamómetro, se mide la magnitud del peso de un cuerpo cualquiera en el aire.

Segundo: Se sumerge completamente el cuerpo en un fluido y bajo esas circunstancias se mide nuevamente la magnitud del peso de éste. Se calcula la diferencia de las magnitudes de ambos pesos. La diferencia calculada será igual a la magnitud de la fuerza de flotación que el fluido ejerce sobre el cuerpo.

Tercero: Se mide el volumen del fluido desalojado por el cuerpo al sumergirse y se mide (o se calcula) también, la fuerza gravitacional que actúa sobre este volumen de fluido (en este caso, esta fuerza coincide con el peso del volumen de fluido).

Se comparan, la fuerza de flotación calculada en el paso anterior y el peso del volumen del fluido desalojado.

Cuarto: Se calcula la fuerza de flotación que actúa sobre el cuerpo, para otros fluidos y, se compara con el peso de del fluido desalojado por el mismo cuerpo.

Quinto: Se selecciona otro cuerpo hecho de otra sustancia y se repiten los pasos Primero, Segundo, Tercero y Cuarto de este plan.

#### V.- Procedimiento

El principio de Arquímedes es válido, para todo cuerpo, de cualquier sustancia y de cualquier forma. Sin embargo, por comodidad en los cálculos, tomemos cuerpos de forma cilíndrica

- 1.- Seleccione primeramente el cilindro de plástico y cuélguelo por medio de su lazo del gancho del Dinamómetro.
- 2.- Realice la instalación como se indica en la figura 1 (a) y, registre la lectura indicada en el Dinamómetro en la Tabla de Datos correspondiente a la sustancia con que está hecho el cilindro. Esta lectura corresponderá a la magnitud del peso del cilindro en el aire.
- 3.- Vacíe 200 cm<sup>3</sup> (ml) de agua en la probeta graduada de 250 cm<sup>3</sup> y colóquela bajo el cilindro de plástico. Baje la nuez con el travesaño donde está colgado el Dinamómetro y el cilindro, hasta que este último quede completamente sumergido en el agua tal y como se indica en la figura 1 (b). Registre en la Tabla I la lectura indicada en el Dinamómetro. Esta lectura, corresponderá a la magnitud del peso cilindro en el fluido. La diferencia entre la magnitud del peso



del cilindro en el aire y en el agua, será la magnitud la fuerza de flotación que el agua ejerce sobre el cilindro.

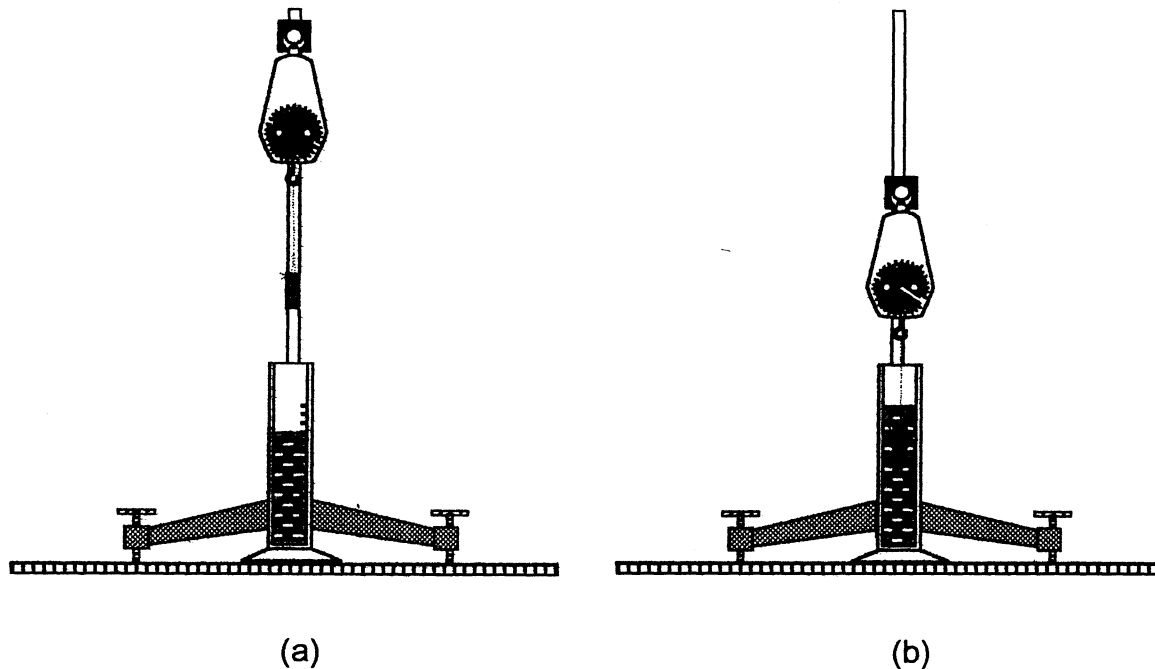


Figura 1.- (a) peso del cuerpo en el aire y (b) peso del cuerpo en el fluido

- 4.- Registre en la misma Tabla I, el nuevo volumen alcanzado por el agua en la probeta graduada y, calcule el volumen del cilindro sumergido en el agua. El volumen del cilindro será igual al nuevo volumen registrado, menos los  $200 \text{ cm}^3$  de agua del volumen original en la probeta. Compare el volumen calculado por la diferencia de volúmenes, con el volumen del cilindro calculado a través de la multiplicación del área de su base por su altura.
- 5.- Levante la nuez con el travesaño donde está colgado el Dinamómetro y cilindro, hasta que este último quede completamente en el aire. Retire de su posición la probeta graduada con agua y agregue a ésta última sal común, agitando suavemente la mezcla hasta lograr una disolución saturada de sal (ésta se logra cuando se observan cristales de sal en el fondo de la probeta). Coloque

nuevamente la probeta en su lugar y repita para este nuevo fluido lo indicado en el paso 4 de este procedimiento.

- 6.- Levante nuevamente la nuez con el travesaño donde está colgado el Dinamómetro y el cilindro de plástico, hasta que este último quede completamente en el aire. Retire de su posición la probeta con la disolución saturada de sal. Tire esta última y seque muy bien con un trapo o papel la probeta y coloque en ella 200 ml de alcohol. Coloque nuevamente la probeta en su lugar y repita para este otro fluido lo indicado en el paso 4 de este procedimiento.

Fluido	Peso del cuerpo en el aire $W_{ca}$ en N	Peso del cuerpo en el fluido $W_{cf}$ en N	Fuerza de flotación $F_f$ en N	Volumen inicial del fluido $V_1$ en $cm^3$	Volumen final del fluido $V_2$ en $cm^3$	Volumen del cuerpo $V_2 - V_1$ en $cm^3$
Agua						
Agua salada						
alcohol						

Tabla I.- Datos para el cilindro de plástico

- 7.- Seleccione el cilindro de aluminio y repita los pasos del 1 al 6 de este procedimiento. Registre los datos en la Tabla II

Fluido	Peso del cuerpo en el aire $W_{ca}$ en N	Peso del cuerpo en el fluido $W_{cf}$ en N	Fuerza de flotación $F_f$ en N	Volumen inicial del fluido $V_1$ en $cm^3$	Volumen final del fluido $V_2$ en $cm^3$	Volumen del cuerpo $V_2 - V_1$ en $cm^3$
Agua						
Agua salada						
alcohol						

Tabla II.- Datos para el cilindro de aluminio

8.- Finalmente seleccione el cilindro de latón y repita los pasos del 1 al 6 de este procedimiento.

Fluido	Peso del cuerpo en el aire $W_{ca}$ en N	Peso del cuerpo en el fluido $W_{cf}$ en N	Fuerza de flotación $F_f$ en N	Volumen inicial del fluido $V_1$ en $cm^3$	Volumen final del fluido $V_2$ en $cm^3$	Volumen del cuerpo $V_2 - V_1$ en $cm^3$
Agua						
Agua salada						
alcohol						

Tabla III.- Datos para el cilindro de latón

## VI.- Discusión y conclusiones

Obviamente, el peso del cuerpo está dirigido verticalmente y su sentido es hacia abajo, es decir, en la misma dirección y el mismo sentido que el de la aceleración de la gravedad en el lugar donde se realiza el experimento. Por otra parte, la fuerza de

flotación, está en la misma dirección del peso del cilindro, pero en sentido contrario, es decir hacia arriba.

Con base en lo observado y registrado en el desarrollo del experimento, conteste las siguientes preguntas.

- 1.- ¿Depende la fuerza de flotación ejercida sobre el cilindro de la densidad del líquido donde éste se sumerge? En caso afirmativo, ¿Cómo es esta dependencia?
- 2.- ¿Existe alguna relación entre la fuerza de flotación ejercida sobre el cilindro y la densidad de la sustancia de la cual está hecho?
- 3.- ¿Tendrá el mismo valor la fuerza de flotación que actúa sobre el cilindro cuando éste se sumerge completamente en el líquido, que cuando sólo sumergimos una parte de él? Explique su respuesta.
- 4.- ¿Qué relación existe entre la fuerza de flotación y el peso del volumen del fluido desalojado por el cilindro?

# Exp. 8

## Determinación de densidades de sólidos y líquidos mediante el Principio de Arquímedes

### I.- Objetivos

- 1.1.- Determinar mediante el uso del Principio de Arquímedes la densidad de un cuerpo sólido, cuando éste se sumerge en un fluido de densidad conocida.
- 1.2.- Determinar con el uso del mismo Principio, la densidad de un fluido, utilizando el método de sumergir en él, un cuerpo sólido de densidad conocida.

### II.- Equipo y material empleados

- 1 Tripié
- 1 Soporte metálico
- 1 Nuez
- 1 Dinamómetro
- 1 cilindros de plástico provisto con un lazo de hilo
- 1 cilindros de cobre provisto con un lazo de hilo
- 1 cilindros de aluminio provisto con un lazo de hilo
- 1 Probeta graduada de  $250 \text{ cm}^3$  (ml)
- 1/2 Litro de agua
- 1/2 litro de alcohol
- 100 gm de sal común
- 1 juego de hidrómetros
- 1 agitador

### III.- Análisis teórico

Para tener claros los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda repasar el Epígrafe 10: *Análisis sobre la Flotación y el principio de Arquímedes*.

Sean:

$\rho_c$  = densidad del cuerpo dado

$\rho_f$  = densidad del fluido

$w_{ca}$  = magnitud del peso del cuerpo en el aire , y,

$w_{cf}$  = magnitud del peso del cuerpo en el fluido

Para calcular la densidad del cuerpo sólido dado, necesitamos primeramente saber cual es la densidad  $\rho_f$  de fluido donde se sumergirá el cuerpo, además, también necesitamos medir la magnitud  $w_{ca}$  del peso del cuerpo en el aire y la magnitud  $w_{cf}$  del peso del cuerpo en el fluido. Una vez obtenidos estos datos, se deberán sustituir en la siguiente expresión:

$$\rho_c = \frac{w_{ca}}{w_{ca} - w_{cf}} \rho_f \quad (1)$$

Por otra parte, de la ecuación (1) se puede derivar la siguiente ecuación:

$$\rho_f = \frac{w_{ca} - w_{cf}}{w_{ca}} \rho_c \quad (2)$$

Esta última ecuación nos indica que podemos conocer la densidad  $\rho_f$  de un fluido dado. Para lograrlo, requerimos conocer la densidad  $\rho_c$  de un cuerpo dado, medir las magnitudes de los pesos del cuerpo en el aire y en el fluido y sustituir todos estos datos en la referida ecuación y efectuar los cálculos indicados.

## IV.- Diseño del experimento

El diseño del presente experimento se describe a continuación:

Primera parte, para cumplir con el objetivo 1.1:

- 4.1.1.- Se seleccionan un cuerpo hecho de una sustancia cuya densidad deseamos conocer y un fluido de densidad conocida.
- 4.1.2.- Se calcula la magnitud de la fuerza de flotación que el fluido ejerce sobre el cuerpo y, mediante el Principio de Arquímedes se calcula la densidad del cuerpo.

Segunda parte, para cumplir con el objetivo 1.2 :

- 4.2.1.- Se seleccionan un cuerpo hecho de una sustancia cuya densidad es conocida y un fluido de cuya densidad deseamos conocer.
- 4.2.2.- Se calcula la magnitud de la fuerza de flotación que el fluido ejerce sobre el cuerpo y, mediante el Principio de Arquímedes se calcula la densidad del fluido.

## V.- Procedimiento

El principio de Arquímedes es válido, para todo cuerpo, de cualquier sustancia y de cualquier forma. Sin embargo, por comodidad en los cálculos, tomemos cuerpos de forma cilíndrica

Primera parte:

- 1.- Seleccione primeramente el cilindro de plástico y cuélguelo por medio de su lazo del gancho del dinamómetro.

- 2.- Realice la instalación como se indica en la figura 1(a) y, registre la lectura indicada en el dinamómetro en la sección 1 de la Tabla de Datos I. Esta lectura corresponderá a la magnitud del peso del cilindro de plástico en el aire.

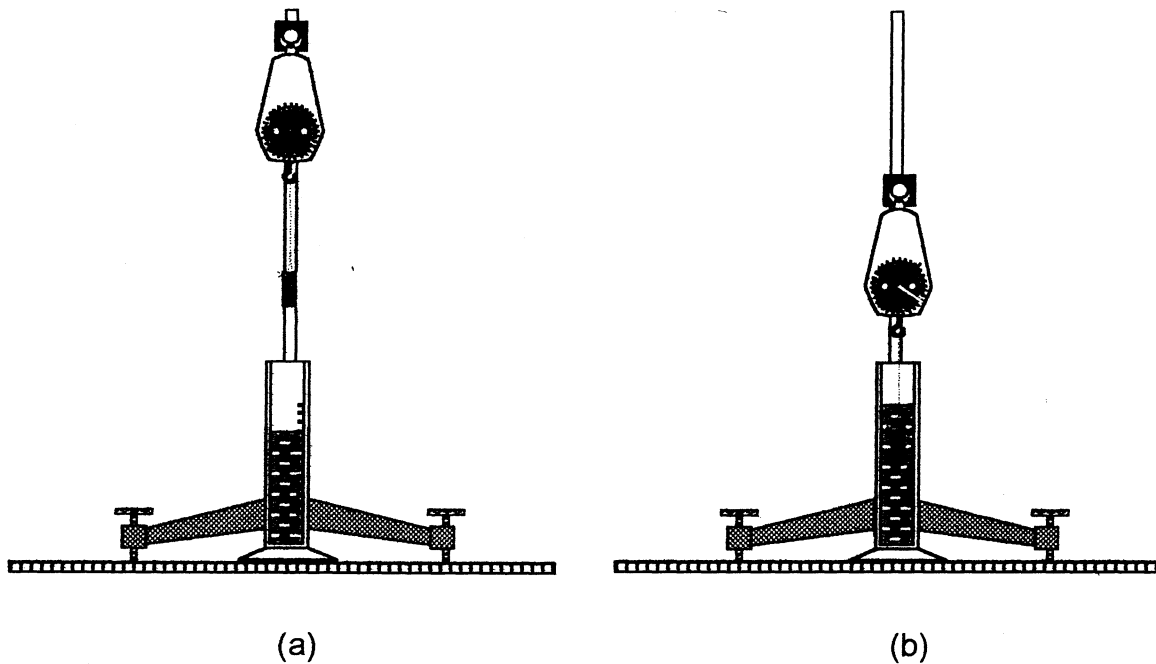


Figura 1.- (a) peso del cuerpo en el aire y (b) peso del cuerpo en el fluido

- 3.- Vacíe  $200 \text{ cm}^3$  (ml) de agua en la probeta graduada de  $250 \text{ cm}^3$ . Usando el aerómetro, mida la densidad del agua y regístrela en la sección 1 de la Tabla de Datos I.
- 4.- Colóquela la probeta con agua justo bajo el cilindro de plástico. Baje la nuez con el travesaño donde está colgado el dinamómetro y el cilindro, hasta que este último quede completamente sumergido en el agua. Ver la figura 1 (b). Registre la lectura indicada en el dinamómetro en la en la sección 1 de la Tabla de Datos I. Esta lectura, corresponderá a la magnitud del peso cilindro en el agua. La diferencia entre la magnitud del peso del cilindro en el



aire y en el agua, será la magnitud la fuerza de flotación que el agua ejerce sobre el cilindro.

- 5.- Usando la ecuación (1), calcule la densidad de la sustancia con que está hecho el cilindro y anótela en la en la sección 1 de la Tabla de Datos I
- 6.- Repita los pasos 3,4 y 5 de este procedimiento, para el caso en que la probeta tiene  $200\text{cm}^3$  de agua saturada con sal. Para ello, agregue sal común al agua de la probeta y agítela hasta que desaparezcan los granitos de sal. Los resultados obtenidos para los pesos y densidades se registran en la en la sección 1 de la Tabla I.
- 7.- Repita nuevamente los pasos 3,4 y 5 de este procedimiento, pero ahora con  $200\text{cm}^3$  de alcohol en la probeta. Los resultados obtenidos para los pesos y densidades se registran en la en la sección 1 de la Tabla I
- 8.- Levante la nuez con el travesaño donde está colgado el dinamómetro y cilindro, hasta que este último quede completamente en el aire. Cambie el cilindro de plástico por uno de aluminio. Repita los pasos del 2 al 7 de este procedimiento. Los datos obtenidos se registran en la sección 2 de la Tabla de Datos I.
- 9.- Para finalizar esta primera parte, levante la nuez con el travesaño donde está colgado el dinamómetro y cilindro, hasta que este último quede completamente en el aire. Cambie el cilindro de aluminio por uno de latón. Repita los pasos del 2 al 7 de este procedimiento. Los datos obtenidos se registran en la en la sección 3 de la Tabla de Datos I.

Segunda parte:

- 10.- Seleccione primeramente el cilindro de plástico y cuélguelo por medio de su lazo del gancho del dinamómetro.
- 11.- Realice la instalación como se indica en la figura 1(a) y, registre la lectura indicada en el dinamómetro en la sección 1 de la Tabla de Datos II. Esta lectura corresponderá a la magnitud del peso del cilindro de plástico en el aire.
- 12.- Vacíe  $200\text{ cm}^3$  (ml) de agua en la probeta graduada de  $250\text{ cm}^3$ .
- 13.- Colóquela la probeta con agua justo bajo el cilindro de plástico. Baje la nuez con el travesaño donde está colgado el dinamómetro y el cilindro, hasta que este último quede completamente sumergido en el agua. Ver la figura 1 (b). Registre la lectura indicada en el dinamómetro en el primera hilera de la sección 1 de la Tabla de Datos I. Esta lectura, corresponderá a la magnitud del peso cilindro en el agua. La diferencia entre la magnitud del peso del cilindro en el aire y en el agua, será la magnitud la fuerza de flotación que el agua ejerce sobre el cilindro.
- 14.- Usando la ecuación (2), calcule la densidad del agua y anótela en la en la sección 1 de la Tabla de Datos II.
- 15.- Repita los pasos 10, 11, 12 , 13 y 14 de este procedimiento, para el caso en que la probeta tiene  $200\text{cm}^3$  de agua saturada con sal. Los resultados obtenidos para los pesos y densidades se registran en la primera hilera de la sección 2 de la Tabla II.

- 16.- Repita los pasos 10, 11, 12 , 13 y 14 de este procedimiento, para el caso en que la probeta tiene  $200\text{cm}^3$  de alcohol. Los resultados obtenidos para los pesos y densidades se registran en la primera hilera de la sección 3 de la Tabla II.
- 17.- Repita todo este procedimiento, pero para dos otros dos cilindros, es decir, para el de aluminio y para el de latón.

#### VI.- Discusión y conclusiones

Con base en lo observado y registrado en el desarrollo del experimento, conteste las siguientes preguntas:

- 1.- ¿Coinciden los valores para las densidades calculados en la primera parte del experimento con las densidades dadas en el Epígrafe 1: *La densidad de la sustancia* ?
- 2.- ¿Coinciden los valores para las densidades de los fluidos medidos con el areómetro en la primera parte del experimento con las densidades de los fluidos calculadas en la segunda parte?
- 3.- ¿Se puede usar este método para el caso en que los fluidos sean gases en lugar de líquidos ? en caso afirmativo ¿Qué inconvenientes pudiera encontrar?

Sección 1: Datos para el cilindro de plástico					
Fluido	Peso del cuerpo en el aire $w_{ca}$ en (N)	Peso del cuerpo en el fluido $w_{cf}$ en (N)	Cociente $(w_{ca} - w_{cf}) / w_{ca}$	Densidad del fluido $\rho_f$ en $\text{Kg/m}^3$	Densidad cuerpo $\rho_c$ en $\text{Kg/m}^3$
Agua					
Agua salada					
Alcohol					

Sección 2: Datos para el cilindro de aluminio					
Fluido	Peso del cuerpo en el aire $w_{ca}$ en (N)	Peso del cuerpo en el fluido $w_{cf}$ en (N)	Cociente $(w_{ca} - w_{cf}) / w_{ca}$	Densidad del fluido $\rho_f$ en $\text{Kg/m}^3$	Densidad cuerpo $\rho_c$ en $\text{Kg/m}^3$
Agua					
Agua salada					
Alcohol					

Sección 3: Datos para el cilindro de latón					
Fluido	Peso del cuerpo en el aire $w_{ca}$ en (N)	Peso del cuerpo en el fluido $w_{cf}$ en (N)	Cociente $(w_{ca} - w_{cf}) / w_{ca}$	Densidad del fluido $\rho_f$ en $\text{Kg/m}^3$	Densidad cuerpo $\rho_c$ en $\text{Kg/m}^3$
Agua					
Agua salada					
Alcohol					

Tabla de Datos I.- Pesos y densidades

Sección 1: Datos para el fluido: agua					
cilindro	Peso del cuerpo en el aire $w_{ca}$ en (N)	Peso del cuerpo en el fluido $w_{cf}$ en (N)	Cociente $w_{ca} / (w_{ca} - w_{cf})$	Densidad del cuerpo $\rho_c$ en $\text{Kg/m}^3$	Densidad fluido $\rho_f$ en $\text{Kg/m}^3$
plástico					
aluminio					
latón					

Sección 2: Datos para el fluido: agua salada					
cilindro	Peso del cuerpo en el aire $w_{ca}$ en (N)	Peso del cuerpo en el fluido $w_{cf}$ en (N)	Cociente $w_{ca} / (w_{ca} - w_{cf})$	Densidad del cuerpo $\rho_c$ en $\text{Kg/m}^3$	Densidad fluido $\rho_f$ en $\text{Kg/m}^3$
plástico					
aluminio					
latón					

Sección 3: Datos para el fluido: alcohol					
cilindro	Peso del cuerpo en el aire $w_{ca}$ en (N)	Peso del cuerpo en el fluido $w_{cf}$ en (N)	Cociente $w_{ca} / (w_{ca} - w_{cf})$	Densidad del cuerpo $\rho_c$ en $\text{Kg/m}^3$	Densidad fluido $\rho_f$ en $\text{Kg/m}^3$
plástico					
aluminio					
latón					

Tabla de Datos I I.- Pesos y densidades

# Exp. 9

## Determinación de la Magnitud de la velocidad de un flujo de aire utilizando el Tubo de Venturi

### I.- Objetivo

Medir la magnitud de la velocidad del flujo del aire enviado por un impulsor de aire, mediante el uso del Tubo de Venturi.

### II.- Equipo y materiales requeridos

- 2 Tripié
- 2 Soporte metálico
- 2 Nuez
- 2 pinza de sujeción
- 1 Impulsor de Aire FICER, Modelo IA-03 ( o una secadora de pelo)
- 1 Tubo de Venturi
- 1 Pie de Rey
- 1 hoja de papel
- 1 lápiz

### III.- Análisis teórico

Para tener claros los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda leer el Epígrafe 19: *El Tubo de Venturi y sus aplicaciones*, del manual de Apoyo Técnico-Didáctico: Serie de Fluidos.

El *Tubo de Vénturi*, también llamado *Medidor de Vénturi*, es un tubo diseñado para medir la magnitud de la velocidad de un fluido (gas o líquido) cuando éste último se hace pasar a través del interior del primero.

Para calcular la magnitud de la velocidad  $v$  del flujo de aire, emplearemos la siguiente ecuación:

$$v = \sqrt{\frac{2ghd^4(\rho_m - \rho_f)}{\rho_f(D^4 - d^4)}} \quad (1)$$

en donde:

- $v$  = magnitud de la velocidad del flujo del aire
- $g$  = magnitud de la aceleración de la gravedad local
- $h$  = diferencia de alturas en el líquido del manómetro del Tubo de venturi
- $\rho_m$  = densidad del líquido en el manómetro del Tubo de venturi
- $\rho_f$  = densidad del fluido al que se le mide la velocidad
- $D$  = diámetro principal del Tubo de Venturi
- $d$  = diámetro menor del Tubo de Venturi

#### IV.- Diseño del experimento

El plan experimental trazado para este experimento es el siguiente:

- Primero: Se colocan la manguera del Impulsor de Aire y el Tubo de Venturi de tal manera que al encender el primero, la dirección del flujo de aire coincida con el eje del Tubo de venturi, para que así, el aire penetre perfectamente por el tubo de diámetro principal
- Segundo: Se hace pasar el aire por el Tubo de Venturi y se mide la diferencia de alturas en las ramas del manómetro.
- Tercero: Se calcula la magnitud velocidad del flujo de aire de acuerdo con la expresión que para la velocidad se expresa en la ecuación (1).

## V.- Procedimiento

- 1.- Realice la instalación como se indica en la figura 1. Cerciérese que la manguera y el Tubo de Venturi estén dispuestos coaxialmente y que ambos estén separados alrededor de 15 cm aproximadamente.

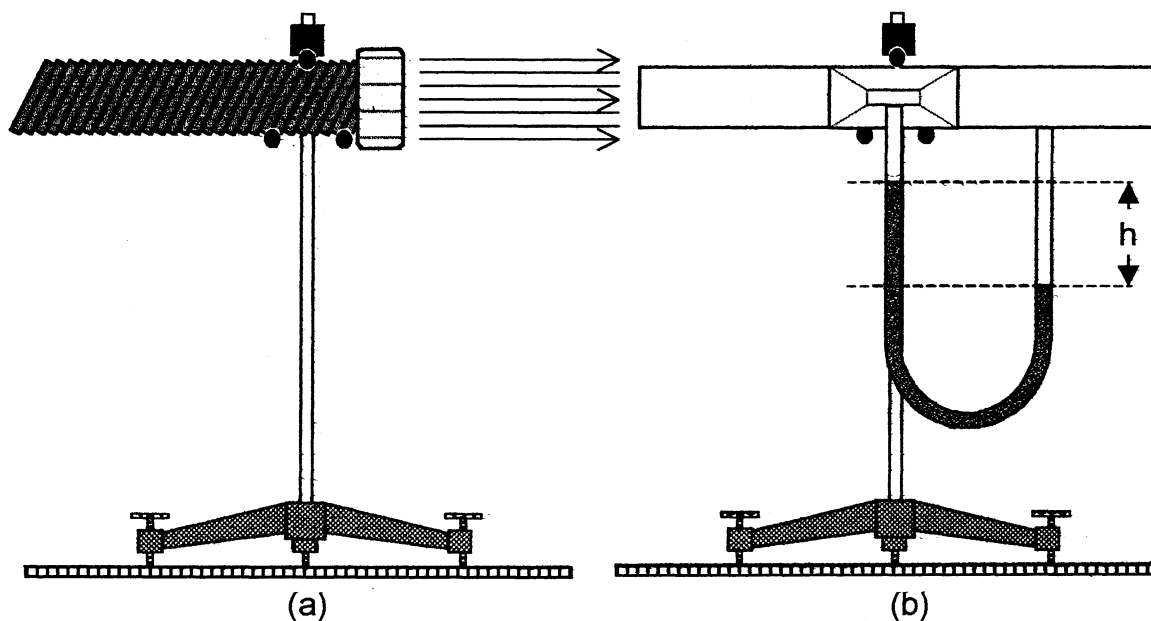


Figura 1.- (a) Manguera del Impulsor de Aire y (b) Tubo de Venturi

- 2.- Encienda el Impulsor de Aire y mantenga una velocidad del flujo constante. Deje que las columnas del fluido en el manómetro estabilicen sus respectivas alturas.
- 3.- Observe ambas ramas del manómetro y registre en la Tabla de Datos la diferencia de alturas  $h$  que existe entre las dos columnas.



- 4.- También registre en la Tabla de Datos los valores de la densidad  $\rho_f$  del fluido en el manómetro y la densidad  $\rho_m$  del aire.
- 5.- Usando el Pie de Rey mida el diámetro principal  $D$  y mida indirectamente el diámetro menor  $d$  (interno) del Tubo de Venturi. Registre ambos valores en la Tabla de Datos.
- 5.- Con los datos registrados en la Tabla y usando la ecuación (1), calcule la magnitud de la velocidad del flujo de aire que sale por la manguera del Impulsor de Aire.

## VI.- Discusión y conclusiones

Como se puede ver en este experimento, con el Tubo de Venturi se puede medir la magnitud de la velocidad de un fluido, en este tratamos con de una mezcla de gases llamada *aire*, pero también se puede medir la magnitud de la velocidad de un líquido.

Con base en lo observado y registrado en el desarrollo del experimento, conteste las siguientes preguntas.

- 1.- ¿Existe alguna dependencia entre la magnitud de la velocidad y la magnitud de la aceleración de la gravedad local, y que pasaría si estuviéramos en un estado de ingravidez?
- 2.- ¿Qué adaptación haría en el Tubo de Venturi para lograr medir la magnitud de la velocidad de un líquido?
- 3.- ¿Qué otra manera se le ocurre para medir la magnitud de la velocidad de un fluido? Describa que como le haría para medir la magnitud de la velocidad de un gas y de un fluido sin usar el Tubo de Venturi?

Diámetro principal D en (m)	Diámetro menor d en (m)	Densidad del fluido en el manómetro $\rho_m$ en $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	Densidad del aire $\rho_m$ en $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	Diferencia de alturas h en (m)	Magnitud de la velocidad v del aire en $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

Figura 2.- Tabla de Datos

# Exp. 10

## Determinación de la magnitud de la velocidad de un flujo de aire utilizando la Sonda de Prandtl

### I.- Objetivo

Medir la magnitud de la velocidad del flujo del aire enviado por un impulsor de aire, utilizando la Sonda de Prandtl

### II.- Equipo y materiales requeridos

- 2 Tripié
- 2 Soporte metálico
- 2 Nuez
- 2 pinza de sujeción
- 1 Impulsor de Aire FICER, Modelo IA-03 ( o una secadora de pelo)
- 1 Sonda de Prandtl
- 1 Pie de Rey
- 1 hoja de papel
- 1 lápiz

### III.- Análisis teórico

Para tener una mejor comprensión de los conceptos relacionados con este experimento, se recomienda leer el Epígrafe 21: *La Sonda de Prandtl*, del manual de Apoyo Técnico-Didáctico: Serie de Fluidos.

La llamada Sonda de Prandtl, es un instrumento que se utiliza para obtener la presión dinámica y con ella, la magnitud de la velocidad del fluido (líquido o gas) con una sola medición; consta de un Tubo Manométrico y un Tubo de Pitot, unidos mediante dos conductos a un manómetro en forma de U, mediante el

cual se mide la diferencia de presión estática en ambos Tubos de medición. Se utiliza para medir la magnitud de la velocidad de los aviones, de los submarinos y en general para todo aquel artefacto que se mueva inmerso en un fluido y no se les pueda adaptar un velocímetro como el de los automóviles

Para calcular la magnitud  $v$  de la velocidad del flujo de aire, emplearemos la siguiente ecuación:

$$v = \sqrt{\frac{2gh(\rho_m - \rho_f)}{\rho_f}} \quad (1)$$

en donde:

- $v$  = magnitud de la velocidad del flujo aire
- $g$  = magnitud de la aceleración de la gravedad local
- $h$  = diferencia de alturas en el líquido del manómetro de la sonda
- $\rho_m$  = densidad del líquido en el manómetro de la sonda
- $\rho_f$  = densidad del aire al que se le mide la velocidad

#### IV.- Diseño del experimento

El plan experimental trazado para este experimento es el siguiente:

Primero: Se colocan el Impulsor de Aire y la Sonda de Prandtl de tal manera que al encender el primero, la dirección del flujo de aire coincida con el eje de la Sonda, para que así, parte el flujo de aire penetre por el tubo interno de la sonda y parte pase tangente a los orificios superior e inferior del cuerpo de la sonda.

- 2.- ¿Para que sirven los dos orificios superior e inferior que tiene la Sonda de Prandtl?
- 3.- Cómo utilizaría este tipo de Sonda para medir la velocidad de un avión?
- 3.- ¿Qué otra manera se le ocurre para medir la velocidad de un fluido?

Densidad del fluido en el manómetro $\rho_m$ en $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	Densidad del aire $\rho_m$ en $\left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$	Diferencia de alturas $h$ en (m)	Magnitud de la aceleración $g$ de la gravedad en $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$	Magnitud de la velocidad $v$ del aire en $\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$

Figura 2.- Tabla de Datos