

1.- Utilización de la balanza.

1.1.- Objeto de la práctica.

N

uestro objetivo en esta práctica es medir el peso específico de un líquido combinación de varios y de un sólido, en nuestro caso, una probeta mediante una balanza de precisión.

En esta primera práctica determinaremos el peso específico mediante una serie de fórmulas basándonos en un volumen de líquido conocido.

1.2.- Material a utilizar.

- Balanza de precisión.
- Probeta de 10 ml de capacidad (volumen).
- Combinación de líquidos.

1.3.- Método operativo.

Para comenzar taramos la balanza, colocamos la probeta de nuestro ensayo y volvemos a tarar la balanza, con el fin de que partamos como cero el peso de la probeta, y así medir únicamente el líquido; por esa razón al retirar la probeta, el peso es negativo. Vertimos el líquido a analizar en nuestra probeta con la ayuda de otra probeta de boca más ancha. La colocamos en la balanza y obtenemos el peso del volumen de nuestro líquido. Tras esto, retiramos la probeta, limpiamos el instrumental y volvemos a tarar la balanza.

1.4.- Datos recogidos en el ensayo.

	PESO (W)	VOLUMEN (V)
LÍQUIDO	8,74 gr.	8,6 ml

1.5.- Trabajo de gabinete.

Una vez obtenidos los datos en el laboratorio, pasaremos los datos iniciales a los siguientes sistemas:

- Sistema Internacional (S.I.)
- Sistema Técnico (S. Tec.)
- Sistema Cegesimal (C.G.S.)

* Primero operaremos en la Tierra, cuya gravedad es de $9,8 \text{ m/s}^2$:

$$V = 8,6 \text{ ml} = 8,6 \times 10^{-3} \text{ l} = 8,6 \times 10^{-6} \text{ m}^3 .$$

$$W = 8,74 \text{ gr} = 8,74 \times 10^{-3} \text{ Kg} = 8,74 \times 9,8 = 85,652 \times 10^{-3} \text{ N}.$$

Una vez pasados los datos iniciales al S.I., hallaremos la masa del líquido (m):

$$W = m \times g ! 8,74 \times 10^{-3} = m \times 9,8 ! m = 8,74 \times 10^{-3} \text{ Kg}.$$

Con la masa obtendremos la densidad absoluta del líquido (líquido):

$$\text{líquido} = m / V = 8,74 \times 10^{-3} / 8,6 \times 10^{-6} ! \text{ líquido} = 1016,279 \text{ Kg/m}^3 .$$

Sabiendo que la densidad absoluta del agua (agua) es de 1000 Kg/m³, hallaremos la densidad relativa del líquido (Slíquido) :

$$\text{Slíquido} = \text{líquido} / \text{agua} = 1016,27907 / 1000 ! \text{ Slíquido} = 1,016.$$

Ahora averiguaremos el peso específico del líquido (líquido):

$$\text{líquido} = W_{\text{líquido}} / V_{\text{líquido}} = 85,652 \times 10^{-3} / 8,6 \times 10^{-6} = 9.959,535 \text{ N/m}^3.$$

Sabiendo que el peso específico relativo del agua (agua) es de 9.800 N/m³ y con el dato anterior, hallaremos el peso específico relativo del líquido (líquido) de la siguiente manera:

$$\text{Slíquido} = \text{líquido} / \text{agua} = 9.959,535 / 9.800 = 1,016.$$

g = 9,8 m/s ²		LÍQUIDO (mezcla de líquidos)	
PESO	S. I.	85,652 X 10 ⁻³ N	
		S. T.	8,74 X 10 ⁻³ kg
		C. G. S.	8.565,2 Dyn
	MASA (m)	S. I.	8,74 x 10 ⁻³ kg
		S. T.	8,918 x 10 ⁻⁴ U. T. M.
		C. G. S.	8,74 gr
	DENSIDAD ABSOLUTA ()	S. I.	1.016,279 kg/m ³
		S. T.	103,702 U. T. M. /m ³
		C. G. S.	1,016 gr/cm ³
	PESO ESPECIFICO ()	S. I.	9.959,535 N/m ³
		S. T.	1.016,279 kg/m ³
		C. G. S.	0,996 Dyn/cm ³
PESO ESPECIFICO RELATIVO (S)		1,016	

* Ahora operaremos en un planeta cuya gravedad es 3,5 m/s²:

$$V = 8,6 \text{ ml} = 8,6 \times 10^{-3} \text{ l} = 8,6 \times 10^{-6} \text{ m}^3.$$

$$W = 8,74 \text{ gr} = 8,74 \times 10^{-3} \text{ kg} = 8,74 \times 9,8 = 85,652 \times 10^{-3} \text{ N}.$$

Una vez pasados los datos iniciales al S. I. el peso del líquido (W) que tendría en el planeta con gravedad 3,5 m/s²:

$$W = m \times g = 8,74 \times 10^{-3} \times 3,5 = 30,59 \times 10^{-3} \text{ N}.$$

Como la masa y el volumen son los mismos que en la Tierra, la densidad absoluta del líquido (líquido) en el

otro planeta será la misma.

$$\text{líquido} = m / V = 8,74 \times 10^{-3} / 8,6 \times 10^{-6} ! \text{ líquido} = 1016,279 \text{ Kg/m}^3 .$$

Sabiendo que la densidad absoluta del agua (agua) es de 1000 Kg/m³ y con el dato anterior, hallaremos la densidad relativa del líquido (Slíquido) de la siguiente manera:

$$\text{Slíquido} = \text{líquido} / \text{agua} = 1016,27907 / 1000 ! \text{ Slíquido} = 1,016.$$

Ahora averiguaremos el peso específico del líquido (líquido):

$$\text{líquido} = W_{\text{líquido}} / V_{\text{líquido}} = 30,59 \times 10^{-3} / 8,6 \times 10^{-6} = 3.556,977 \text{ N/m}^3$$

Sabiendo que el peso específico relativo del agua (agua) es de 3.500 N/m³ y con el dato anterior, hallaremos el peso específico relativo del líquido (líquido) de la siguiente manera:

$$\text{Slíquido} = \text{líquido} / \text{agua} = 3.556,977 / 3.500 = 1,016$$

g = 3,5 m/s ²		LÍQUIDO (mezcla de líquidos)	
PESO	S. I.	30,59 X 10 ⁻³ N	
		S. T.	3,121 X 10 ⁻³ kg
		C. G. S.	3.059 Dyn
	MASA (m)	S. I.	8,74 x 10 ⁻³ kg
		S. T.	8,918 x 10 ⁻⁴ U. T. M.
		C. G. S.	8,74 gr
	DENSIDAD ABSOLUTA ()	S. I.	1.016,279 kg/m ³
		S. T.	103,702 U. T. M. /m ³
		C. G. S.	1,016 gr/cm ³
	PESO ESPECIFICO ()	S. I.	3.556,977 N/m ³
		S. T.	362,957 kg/m ³
		C. G. S.	0,356 Dyn/cm ³
PESO ESPECIFICO RELATIVO (S)		1,016	

1.6.- Conclusión.

Al realizar la práctica hemos comprobado que los datos obtenidos dependen de la gravedad a la que se encuentre el líquido, ya sea en nuestro caso, la tierra con 9,8 m/s² y otro planeta de gravedad 3,5 m/s², del mismo modo los datos también dependerán del líquido a analizar en la práctica.

2.- Visualización de la capilaridad

2.1.- Introducción.

E

l objetivo de esta práctica es visualizar el fenómeno de la capilaridad debida a la tensión superficial de los

líquidos, en tubos circulares y entre placas paralelas. En nuestro caso, los líquidos a tratar son el agua y el mercurio.

Para cumplir estos objetivos, observaremos la elevación y/o descenso de los líquidos en los tubos y entre placas, así como la forma, bien cóncava o bien convexa de los mismos.

2.2.– Fundamentos teóricos.

2.2.1.– Tensión superficial.

Característica principalmente de los líquidos debida a las fuerzas de cohesión de las moléculas que causa el efecto de un caparazón elástico protector. Las resultantes de las fuerzas de cohesión de las moléculas situadas en los bordes del líquido que van dirigidas hacia el interior del mismo son las que causan el efecto de separación de los líquidos. La tensión superficial (T) es la fuerza que mantiene al líquido en equilibrio.

$$T = df / dl$$

Si un líquido está en reposo, no puede haber fuerzas tangenciales ejerciendo sobre él. En este caso tendremos sólo dos fuerzas que actúan en el líquido: la fuerza de adherencia con las paredes del recipiente y la fuerza de cohesión de las moléculas.

$$F_{ADHERENCIA} = F_{COHESIÓN} \cdot \cos 45^\circ$$

En el caso de que la fuerza de adherencia sea mucho menor que el producto de la fuerza de cohesión y $\cos 45^\circ$, el líquido se ve obligado a formar una resultante perpendicular al recipiente, creando una curva hacia abajo. En este caso se dice que el líquido **no moja** al recipiente.

Si por el contrario se da el caso de que la fuerza de adhesión sea mucho mayor que el producto de la fuerza de cohesión y el $\cos 45^\circ$, el líquido creará el mismo efecto que en el caso anterior pero en sentido contrario creando una curva hacia arriba buscando la tangente. En este caso se dice que el líquido **moja** el sólido.

2.2.2.– Capilaridad.

En tubos con diámetros muy pequeños, se observa que los líquidos suben o bajan en relación con el nivel del líquido que rodea al tubo. A este fenómeno se le llama capilaridad, a los tubos delgados se les llama capilares. El que el líquido suba o baje depende de las intensidades relativas de las fuerzas de adhesión y cohesión. Así, el agua sube en un tubo capilar, mientras que el mercurio baja.

La altura total de subida o bajada depende de la tensión superficial, lo cual evita que la superficie del líquido se rompa, y del ángulo de contacto y el radio r del tubo. Para calcular h, la altura de subida; la tensión superficial actúa en ángulo en todo el derredor de un circuito de radio r. La magnitud de la fuerza vertical F debida a la tensión superficial es:

$$F = (\cos \theta) (L)$$

$$\text{como } L = 2 r$$

$$F = 2 r \cos \theta$$

2.3.– Material a utilizar

- Recipiente con agua colorada.

- Recipiente con mercurio.
- Tubo de diámetro igual a 1,81 mm.
- Tubo estrecho de diámetro desconocido.
- Dos placas paralelas sujetadas por un soporte.
- Calibre

2.4.– Método operativo

En primer lugar limpiábamos el tubo de diámetro conocido para asegurarse de que las mediciones eran correctas. Después se introducía el tubo en agua con colorante y se medía lo que ascendía el nivel. Después de varias iteraciones con dicho tubo, repetíamos las operaciones con el tubo de diámetro desconocido y con las placas paralelas anotando los resultados de las mediciones en todos los casos.

Repetíamos los mismos procesos para el caso de mercurio.

2.5.– Trabajo en gabinete

2.5.1.– Datos del laboratorio

	Agua		Mercurio				
	Datos recogidos	Media aritmética	Datos recogidos	Media aritmética			
= 1,81 mm	4,4 mm	3,6 mm	8,2 mm	8,03 mm		8 mm	
			3,2 mm			7,9 mm	
			3,2 mm				
	desconocido		20,4 mm		23,2 mm	3,3 mm	3,6 mm
			27,6 mm			4 mm	
			21,6 mm			3,5 mm	
	Placas paralelas		6,8 mm		6,5 mm	4,8 mm	4,13 mm
			6,1 mm			3,6 mm	
			6,6 mm			4 mm	

Otros datos de interés:

Distancia entre placas = 1 mm

Ancho de la placa = 25 mm

2.5.2.– Expresiones de cálculo

LEY DE JURIN:

El producto del diámetro por la altura de descenso o ascenso de un líquido constante en los tubos capilares para una determinada combinación de líquido–sólido en contacto y a una determinada temperatura.

$$H = \text{sen } L / A$$

siendo;

H = Diferencia de cotas

= Tensión superficial

sen = Ángulo del menisco

= Densidad

L = Perímetro de contacto líquido-sólido

A = Área

Datos para la resolución del problema:

Tensión superficial del agua = 0,07248 N/m

Tensión superficial del mercurio = 0,5133 N/m

Peso específico del agua = 9800 N/m³

Peso específico del mercurio = 133280 N/m³

- Cálculo del ángulo del tubo de diámetro = 1,81 mm. Para el agua colorante.

$$H = \text{sen } L / A \quad ! H = [\text{sen } (.D)] / [((.D)^2 / 4)] !$$

$$\text{sen} = [H \cdot ((.D)^2 / 4)] / .D !$$

$$\text{sen} = [3,6 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot 9800 \text{ N/m}^3 ((.1,81 \times 10^{-3})^2 / 4)] / (0,07248 \text{ N/m} \cdot .1,81 \times 10^{-3} \text{ m}) = 0,6919$$

$$\text{sen} = 43,78^\circ$$

- Cálculo del ángulo del tubo de diámetro = 1,81 mm. Para el mercurio.

$$H = \text{sen } L / A \quad ! H = [\text{sen } (.D)] / [((.D)^2 / 4)] !$$

$$\text{sen} = [H \cdot ((.D)^2 / 4)] / .D !$$

$$\text{sen} = [8,03 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot 133280 \text{ N/m}^3 ((.1,81 \times 10^{-3})^2 / 4)] / (0,5133 \text{ N/m} \cdot .1,81 \times 10^{-3} \text{ m}) = 0,296$$

$$\text{sen} = 17,24^\circ$$

- Cálculo del diámetro desconocido.

$$H = \text{sen } L / A \quad ! H = [\text{sen } (.D)] / [((.D)^2 / 4)] !$$

$$23,2 \times 10^{-3} \text{ m} = [0,07248 \text{ N/m} \cdot \text{sen } 43,78^\circ (.D)] / [((.D)^2 / 4) 9800 \text{ N/m}^3] !$$

$$D = 2,807 \times 10^{-4} \text{ m}$$

- Cálculo del ángulo de las placas de lado 25 mm y de espesor 1mm. en el agua colorada

$$H = \frac{\text{sen } L}{A} \quad ! H = \frac{[\text{sen } (2L)]}{[(L.e)]} !$$

$$\text{sen} = \frac{[H \cdot (L.e)]}{2L} !$$

$$\text{sen} = \frac{[6,5 \times 10^{-3} \text{ m } 9800 \text{ N/m}^3 (0.025 \text{ m } 0.001 \text{ m})]}{(0,07248 \text{ N/m}^2 \cdot 0.025)} = 0,439$$

$$\text{sen} = 26,06^\circ$$

- Cálculo del ángulo de las placas de lado 25 mm y de espesor 1mm. en el mercurio.

$$H = \frac{\text{sen } L}{A} \quad ! H = \frac{[\text{sen } (2L)]}{[(L.e)]} !$$

$$\text{sen} = \frac{[H \cdot (L.e)]}{2L} !$$

$$\text{sen} = \frac{[4,13 \times 10^{-3} \text{ m } 133280 \text{ N/m}^3 (0.025 \text{ m } 0.001 \text{ m})]}{(0,5133 \text{ N/m}^2 \cdot 0.025)} = 0,536$$

$$\text{sen} = 32,42^\circ$$

2.6.- Conclusión.

En esta práctica se demuestra la definición de capilaridad, la cuál dice que un sólido puede atraer y hacer subir por sus paredes, hasta cierto punto, al líquido que las moja y de repeler y formar a su alrededor una concavidad en el caso de que el líquido no moje.

Para demostrar que cada líquido tiene una capilaridad diferente se ensaya haciendo las pruebas en diferentes tubos de ensayo y calculando mediante las fórmulas correspondientes el ángulo que se forma con las paredes del sólido.

3.- Aparatos para la medición de la presión.

3.1.- Introducción

E

n esta práctica hemos aprendido las diferentes clases de manómetros que había en el laboratorio, que eran:

- Manómetro de Bourdon.
- Manómetro de fuelle.
- Manómetro de membrana.
- Vacuómetro.

A continuación explicaremos más detalladamente las características de cada uno de los tipos de manómetros vistos.

3.1.1.- Manómetro de Bourdon.



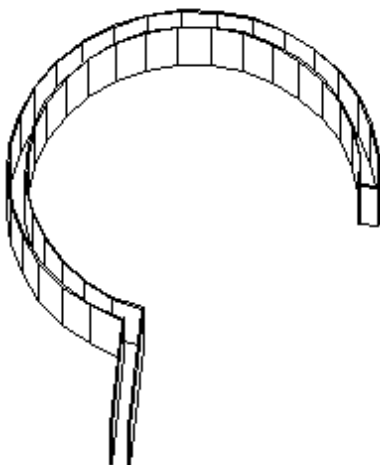
El manómetro de Bourdon consta de un fino tubo metálico de paredes delgadas, de sección elíptica muy aplastada y arrollado en forma de circunferencia. Este tubo (que se aprecia en la fotografía) está cerrado por un extremo que se une a una aguja móvil sobre un arco graduado. El extremo libre, comunica con una guarnición (parte superior de la fotografía) que se conectará al recipiente que contiene el gas comprimido. Cuando la presión crece en el interior del tubo, éste tiende a aumentar de volumen y a rectificarse, lo que pone en movimiento la aguja.

Otro dato importante a tener en cuenta del manómetro de Bourdon es que para cualquier tipo de carga, la relación entre la carga y la deformación es una constante del material, conocida como módulo de Young: $E = \text{Carga} / e$. Entonces, si la constante de deformación es conocida, se puede hallar la carga según:

$$\text{Carga} = E * e$$

De modo que frente a deformaciones pequeñas de materiales elásticos, será posible obtener una cuantificación reproducible de las cargas (fuerzas) solicitantes.

El manómetro de Bourdon depende, de la elasticidad de los materiales utilizados en su construcción. Este manómetro, tal vez el más común en plantas de procesos que requieren medición de presiones, consiste en un tubo metálico achatado y curvado en forma de C, abierto sólo en un extremo. (Ver figura)



Al aplicar una presión al interior del tubo (se le infla, por ejemplo) la fuerza generada en la superficie (área) exterior de la C es mayor que la fuerza generada en la superficie interior, de modo que se genera una fuerza neta que deforma la C hacia una C más abierta. Esta deformación es una medición de la presión aplicada y puede trasladarse a una aguja indicadora tanto como a un sistema de variación de resistencia o campos

eléctricos o magnéticos.

La característica más importante de este tipo de manómetros es que tiene dos escalas, una de 0 a 140 lib / sqin; y otra de 0 a 10 kp / cm².

3.1.2.– Manómetro de fuelle.

Esta clase de manómetro lleva en su interior un resorte que se opone al efecto de la presión. Dichos manómetros pueden ser abiertos o cerrados.

En los manómetros de fuelle abiertos se usa en tangos de 13 a 230 cm H₂O y en los manómetros de fuelle cerrados se usan en tangos de 0,21 a 2 kg/cm². Con esto el movimiento obtenido por variaciones de presión se amplifica con un juego de palancas y se transmite a una aguja o puntero.

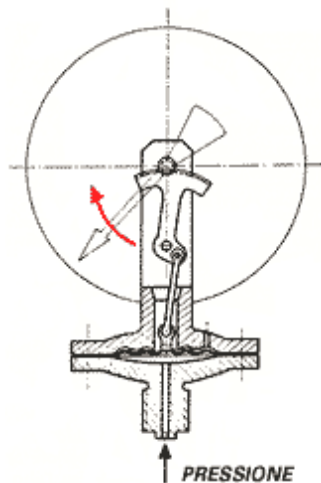
Una característica importante de este tipo de manómetro es que no es adecuado para medir presiones transitorias, debido al movimiento relativo más grande y a la masa involucrada.

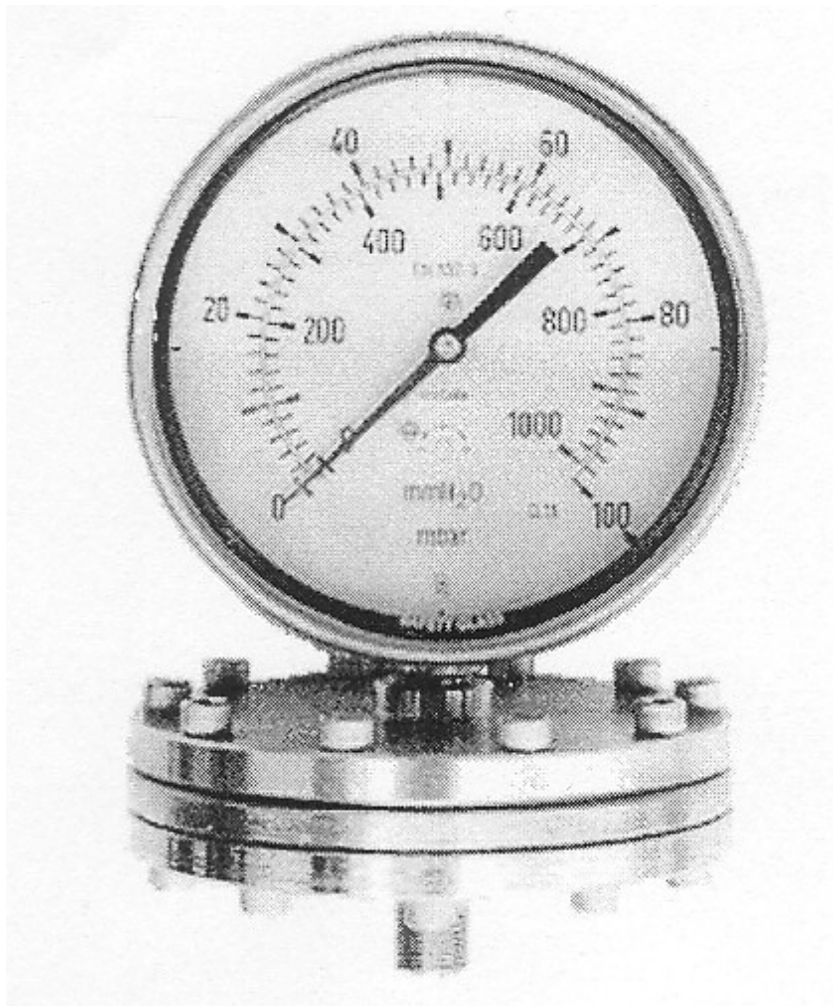
La unidad de medida de este tipo de manómetro es de 0 a 100 mbar.

3.1.3.– Manómetro de membrana.

Este tipo de manómetro es de transmisión mecánica por mediación de un tirante que une la membrana con el movimiento amplificador. Se utiliza para la medida de débiles presiones o depresiones líquidas y para fluidos corrosivos o pastosos.

La medida de este tipo de manómetro va de 0 a 6 kg / cm²





3.1.4.- Vacuómetro.

Este tipo de manómetro, denominado vacuómetro es un instrumento que mide la presión estando tarado para valores inferiores a la presión atmosférica. Se trata pues, de un manómetro adecuado para medidas negativas de presiones relativas.

Un ejemplo de la vida cotidiana es el uso en algunos automóviles, que se conecta al colector de admisión (después de la mariposa) y así obtener una indicación de la depresión existente en los conductos de admisión.

Bibliografía.

- Apuntes de Ingeniería Fluidomecánica.
- Apuntes tomados en el laboratorio de Fluidomecánica.
- Internet.