

Laboratorio 1

Determinación de la densidad del aceite.

Erick Raasch
Terence O'Mahony
Benjamin Junemann

- **Carrera:** Ingeniería Civil Matemática
 - **Profesor:** Claudio Faundez
 - **Asignatura:** Termodinámica
 - **Ayudante:** Valentín Ismael Lillo Araneda
-

1 Introducción

Para este primer informe se nos pide determinar la densidad del aceite mediante un determinado experimento. La densidad es una propiedad física crucial que caracteriza e identifica las sustancias en función de su relación de masa y volumen; a su vez, el análisis de la misma encuentra aplicaciones generalizadas en diversos campos, incluidos la química, la física, la ciencia de los materiales e ingeniería. Por su parte, su medición ayuda a la comprobación de la pureza y la concentración de una muestra y ofrece información de su composición, resultando fundamental para asegurar la calidad tanto de materias primas como de productos acabados en diferentes sectores. El informe tiene como objetivo el utilizar la indumentaria necesaria para obtener datos que nos serán de ayuda para determinar la densidad de la sustancia mencionada anteriormente, además de familiarizarnos con la parte práctica que requieren campos como la termodinámica. Nuestra principal indumentaria es un tubo con forma de U, además de los dos líquidos necesarios, siendo el agua y el aceite. Por su lado, se tendrán que aplicar conocimientos teóricos tales como las propiedades termodinámicas, leyes, transformación de unidades, entre otros. Por último, mencionar que el informe contará con una estructura ordenada que permite una comprensión rápida sobre la materia que presentamos, dando inicio con un marco teórico, materiales necesarios para la experiencia, procedimientos llevados a cabo, resultados obtenidos con su análisis correspondiente, para luego dar fin con las conclusiones obtenidas.

2 Marco Teórico:

En física, existen muchos fenómenos que miden algún tipo de comportamiento la presión es una de ellas, esta se define como la fuerza aplicada perpendicularmente sobre una unidad de área. Su unidad en el Sistema Internacional es el Pascal (Pa). Matemáticamente se relaciona a la siguiente expresión:

$$P = \frac{F}{A} \quad \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

Donde:

- F es la fuerza $[N]$
- A es el area sobre el que actua la fuerza $[m^2]$

Otro fenómeno que se puede apreciar, principalmente en líquidos, vendría siendo la *densidad*, la cual se denota como ρ . La densidad es una medida de cuánta masa hay en un determinado volumen de una sustancia. En el Sistema Internacional, este se mide en $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$, para facilitar cálculos, en la práctica trabajaremos en $\left[\frac{g}{cm^3} \right]$. Esta se calcula de la siguiente manera:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

- ρ es la densidad de algún cuerpo físico $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$
- m es la masa de algún cuerpo físico $[kg]$
- V es el volumen de algún cuerpo físico $[m^3]$

La ley fundamental de la hidrostática, propuesta por Simon Stevin y conocida hoy como el principio fundamental de la hidrostática, establece que la presión en el interior de un fluido en reposo es directamente proporcional a la profundidad y a la densidad del fluido. Esto significa que la presión aumenta linealmente con la profundidad, y en un mismo punto dentro del fluido, la presión es la misma en todas las direcciones, independientemente de la forma del recipiente. Su expresión matemática deriva directamente de la definición de presión (como vimos en clases) y se escribe como sigue:

$$P = P_0 + \rho gh$$

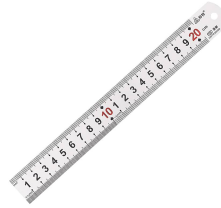
Esta ley describe el comportamiento de los fluidos en reposo (en equilibrio). Establece que la presión en un punto dentro de un fluido depende de:

- La presión en la superficie (P_0 , usualmente la presión atmosférica),
- La densidad del fluido (ρ),
- La aceleración debido a la gravedad (g),
- La profundidad (h) desde la superficie.

3 Materiales



((a)) Jeringa Milimetrada



((b)) Regla.



((c)) Soporte Universal.



((d)) Tubo en U.



((e)) Agua.



((f)) Aceite

4 Procedimientos

Partimos de la situación de un **tubo en U** montado sobre un soporte. Posteriormente, utilizando una **jeringa milimetrada**, extraemos del recipiente con agua un volumen de 8 [ml] , el cual se introduce en el tubo en U por uno de sus extremos. A continuación, se repite el procedimiento con 4 [ml] de aceite, que se agrega al mismo tubo.

Para las mediciones, se emplea una **regla** con el fin de determinar las alturas correspondientes:

- h_0 : altura de la columna de agua que se encuentra justo debajo de la columna de aceite.
- h_2 : altura total de la columna de agua (h_0) más la altura de la columna de aceite.
- h_1 : altura de la columna de agua en el otro extremo del tubo.

Los resultados numéricos fueron los siguientes:

1. $h_0 = 7.8[cm] = 0.078[m]$
2. $h_1 = 17.5[cm] = 0.175[m]$
3. $h_2 = 18.3[cm] = 0.183[m]$

Registros fotográficos sobre la experiencia:



Figure 2: Midiendo los 8[cc] de agua



Figure 3: Tubo en U con el aceite y agua



Figure 4: Midiendo los 4[cc] de aceite

5 Resultados y Analisis

1. Usando la ley de la Hidrostática, obtener la expresión que relaciona esta presión con la densidad del aceite y calcular la presión hidroestática en el nivel de referencia h_0 .

Solucion: Es sabido (de clases) que la presión de dos puntos que se encuentran a la misma altura es la misma. En particular, si consideramos el punto A situado en el lado izquierdo del tubo en U a altura h_0 y el punto B situado en el lado derecho del tubo a altura h_0 se tiene que:

$$P_A = P_B \iff P_{atm} + \rho_{agua} \cdot g \cdot (h_1 - h_0) = P_{atm} + \rho_{aceite} \cdot g \cdot (h_2 - h_0)$$

$$\iff \rho_{agua} \cdot (h_1 - h_0) = \rho_{aceite} \cdot (h_2 - h_0)$$

$$\iff \rho_{aceite} = \rho_{agua} \cdot \frac{h_1 - h_0}{h_2 - h_0}$$

Por otro lado, para calcular la presión hidroestática en h_0 podemos hacerlo mediante calcular P_A considerando $P_{atm} = 101325 [Pa]$, $\rho_{agua} = 997 [\frac{kg}{m^3}]$ y $h_1 - h_0 = 0.097 [m]$ con ello obtenemos:

$$\begin{aligned} P_A &= P_{atm} + \rho_{agua} \cdot g \cdot (h_1 - h_0) = 101325 [Pa] + 997 [\frac{kg}{m^3}] \cdot 9.81 [\frac{m}{s^2}] \cdot 0.097 [m] \\ &= 101325 [Pa] + 948.715 [\frac{kg}{m \cdot s^2}] = 102273.715 [Pa] = 1.009 [atm] \end{aligned}$$

□

2. Calcular la densidad del aceite.

Solución: Con lo obtenido en 1. y considerando que $\rho_{agua} = 997 [\frac{kg}{m^3}]$, $h_2 - h_0 = 0.105 [m]$

$$\rho_{aceite} = 997 [\frac{kg}{m^3}] \cdot \frac{0.097 [m]}{0.105 [m]} = 921.038 [\frac{kg}{m^3}]$$

□

3. Comparar el resultado obtenido con valores de referencia encontrados en la literatura por medio del error porcentual ϵ_r :

$$\epsilon_r = \left| \frac{\rho_{ac,r} - \rho_{ac,ex}}{\rho_{ac,r}} \right| \cdot 100\%$$

- donde $\rho_{ac,r}$ es la densidad del aceite de referencia y $\rho_{ac,ex}$ es el valor calculado en el experimento.
- Suponga que se tiene una muestra de agua salada. ¿Como determinaria su densidad? Detallar un procedimiento, establecer hipotesis necesarias y considere los mismos materiales que en este experimento.

Solución: Consideraremos $\rho_{ac,r} = 918 \left[\frac{kg}{m^3} \right]$, luego reemplazando en ϵ_r obtenemos:

$$\epsilon_r = \left| \frac{918 \left[\frac{kg}{m^3} \right] - 921.038 \left[\frac{kg}{m^3} \right]}{918 \left[\frac{kg}{m^3} \right]} \right| \cdot 100\% = | - 0,003309 | \cdot 100\% = 0,3309\%$$

□

Si tenemos una muestra de agua salada, podemos realizar un experimento análogo al hecho durante el laboratorio reemplazando el agua dulce por agua salada. Podemos realizar esto ya que se sigue manteniendo la propiedad de homogeneidad entre el agua y el aceite, lo que facilita medir las distancias h_1, h_2 , para ello:

Materiales

- Tubo en U
- Soporte Universal
- Regla
- Jeringa (milimetrada)
- 4[ml] de Aceite
- 8[ml] de Agua salada

Procedimiento

Colocamos en tubo en U en el soporte universal, luego vertemos los 8[ml] de agua salada por un lado del tubo, posteriormente por el otro lado vertemos los 4[ml] de aceite. Posteriormente, medimos la altura de la columna de aceite y desde el inicio de esta medimos la altura de la columna de agua salada. Luego, ocupando la ecuación de la hidroestática, llegaremos a un razonamiento análogo al hecho anteriormente, solo que ahora usaremos como dato a ρ_{aceite} , pues lo hemos obtenido anteriormente, esto es:

$$\rho_{agua(s)} = \rho_{aceite} \frac{h_2 - h_0}{h_1 - h_0}$$

6 Conclusiones

Tras nuestro trabajo realizado durante el laboratorio hemos logrado obtener conclusiones que nos serán de utilidad para un correcto aprendizaje de ciertas áreas de la termodinámica. Nuestro principal objetivo fue logrado sin mayores problemas, ya que se hizo caso a las indicaciones tanto en manejo de herramientas como el registro escrito sobre los datos obtenidos, mismos que nos permitieron llegar al resultado experimental de la densidad del aceite, con un valor de 921.038, misma que, con respecto a su densidad real maneja un error de tan solo el 0,3309%. El laboratorio nos fue de ayuda para tener una perspectiva más amplia sobre la teoría que vemos en clases, donde el llevar a cabo uno mismo ciertos experimentos nos puede esclarecer ciertas dudas o fortalecer nuestro conocimiento sobre la termodinámica, en particular, logramos tener una medición cercana a la vista en los libros acerca de la densidad de un liquido. De toda la experiencia podemos concluir que se cumplieron los objetivos que se nos fueron planteados en un inicio ya que se contó con un correcto seguimiento de las instrucciones además de ser ordenados con cada uno de los resultados obtenidos durante los procedimientos anteriormente mencionados.

References

- [1] Dorfman, I. (2000). Density of Cooking Oil. The Physics Factbook. Recuperado el 25 de septiembre de 2025 de <https://hypertextbook.com/facts/2000/IngaDorfman.shtml>
- [2] Universidad Nacional Autónoma de México. (s. f.). *Capítulo III Hidrostática*. Recuperado el 25 de septiembre de 2025 de https://amyd.quimica.unam.mx/pluginfile.php/2626/mod_resource/content/3/Hidroest%C3%A1tica.%20Lectura.%20%284%29.pdf
- [3] InfinitaLab. (s.f.). Density Analysis. Recuperado el 25 de septiembre de 2025 de <https://infinitalab.com/engineering/density-analysis/>
- [4] Mettler Toledo. (s.f.). Density Measurement. Recuperado el 25 de septiembre de 2025 de https://www.mt.com/int/es/home/applications/Application_Browse_Laboratory_Analytics/Density/density-measurement.html