



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

Determinación de la densidad de un líquido con el método del picnómetro

Apellidos, nombre	Atarés Huerta, Lorena (loathue@tal.upv.es)
Departamento	Departamento de Tecnología de Alimentos
Centro	ETSIAMN (Universidad Politécnica de Valencia)



1 Resumen de las ideas clave

La densidad es una propiedad básica de cualquier líquido, y se define como la masa por unidad de volumen. En este artículo docente se muestra un método sencillo de determinación de la densidad de un líquido, a través de la utilización de un recipiente ideado con este fin, denominado picnómetro. Se va a describir el procedimiento experimental, así como los cálculos necesarios para obtener finalmente la densidad del líquido ensayado.

2 Introducción

La densidad es una propiedad básica de cualquier líquido, y se define como su masa por unidad de volumen ^[1]. Las unidades más comunes de la densidad son g/ml y kg/m³. En el caso concreto del agua, su densidad es 1g/ml o bien 1000 kg/m³[2].

Existen diversos métodos de determinación de la densidad de un líquido, entre los cuales el método del picnómetro ofrece cierta sencillez. Este procedimiento permite el cálculo de la densidad de cualquier líquido a través de tres determinaciones gravimétricas (a través de la determinación de tres masas con una balanza analítica). Se trata de un método simple, pero que requiere de la comprensión de sus fundamentos. Además, para obtener resultados fiables, se requiere cierta destreza y tener en cuenta algunas precauciones que se describirán aquí.

Del mismo modo, es importante tener en cuenta que, puesto que los líquidos varían su volumen con la temperatura, la densidad también sufre esta variación. En este documento no vamos a considerar esta variación, pero queremos recalcar que cualquier determinación de la densidad debería realizarse a temperatura controlada y conocida.

3 Objetivos

Con la redacción de este artículo docente se persigue que los alumnos adquieran la capacidad de:

- Comprender los fundamentos del método del picnómetro para la determinación de la densidad de cualquier líquido.
- Calcular la densidad de un líquido partiendo de los datos necesarios, a través del método del picnómetro.

4 Desarrollo

A continuación pasamos a describir el método, para lo cual comenzaremos por describir qué es un picnómetro. Después, se describirá el procedimiento experimental y los cálculos implicados. Para finalizar se expondrá un ejemplo real.

4.1 El picnómetro

Un picnómetro es un recipiente de vidrio con tapa [3] como el que se puede observar en la figura 1.



Figura 1: picnómetro de vidrio

Como puede observarse, la tapa del picnómetro cuenta con un tubo capilar en posición vertical que se encuentra abierto a la atmósfera. Este capilar abierto permitirá que el llenado del picnómetro con líquido se haga siempre del mismo modo (llenando un volumen constante, que es el volumen del picnómetro).

El cuello del picnómetro es de vidrio esmerilado para favorecer el cierre. Por su forma, en el llenado pueden quedar burbujas alojadas bajo el esmerilado, lo que habrá de evitarse.

4.2 Procedimiento experimental

Describamos ahora el procedimiento experimental que se seguiría para determinar la densidad de una cierta disolución acuosa (ρ_d).

Para determinar la densidad de un líquido con el método del picnómetro, solamente se necesita la masa del mismo en tres situaciones diferentes. Todas las masas deben determinarse en balanza analítica y con la tapa.

1. Pesar el picnómetro vacío y anotar su masa (m_p)
2. Enrasar el picnómetro con agua (fluido de referencia) y anotar su masa (m_{p+w}). Enrasar el picnómetro significa llenarlo completamente, evitando la formación de burbujas en su interior. Al cerrarlo, el nivel de agua subirá por el capilar y ésta rebosará, quedando el capilar también lleno de agua. Una vez el agua haya rebosado, habrá que secar el picnómetro por fuera antes de pesarlo.
3. Enrasar el picnómetro con disolución (líquido cuya densidad queremos hallar) y anotar su masa (m_{p+d}). Se seguirá el mismo procedimiento y se tendrán las mismas precauciones que al enrasar el picnómetro con agua.



Así pues, al salir del laboratorio se deben tener tres datos de masa para la determinación de la densidad de la disolución: m_p , m_{p+w} y m_{p+d} . Obviamente se puede determinar la densidad de diferentes muestras con el mismo picnómetro, y no sería necesario repetir la determinación de m_p ni de m_{p+w} .

4.3 Cálculos

Veamos los cálculos necesarios para hallar la densidad de nuestra disolución (ρ_d).

La densidad ρ_d será el cociente entre la masa de disolución que hay alojada en el interior del picnómetro y el volumen de éste.

$$\rho_d = \frac{m_d}{V_p}$$

El valor del numerador de este cociente es muy fácil de hallar, puesto que la masa de disolución en el interior del picnómetro será la resta de dos masas ya determinadas: la del picnómetro lleno de disolución y la del picnómetro vacío ($m_{p+d} - m_p$). Por lo tanto, la ecuación quedaría así:

$$\rho_d = \frac{m_{p+d} - m_p}{V_p}$$

Llegados a este punto, para poder calcular la densidad de la disolución (ρ_d) se ha de hallar el volumen del picnómetro (V_p). Con este fin se ha realizado la determinación de m_{p+w} (masa del picnómetro enrasado con agua, que es el fluido de referencia).

Cuando el picnómetro está lleno de agua (fluido de referencia) se cumple que:

$$\rho_w = \frac{m_w}{V_w} = \frac{m_w}{V_p}$$

donde se ha asumido que el volumen de agua V_w es igual al volumen del picnómetro V_p , puesto que cuando el picnómetro está enrasado con agua, el volumen que ésta está ocupando es precisamente el volumen del picnómetro.

A partir de esta expresión se puede determinar fácilmente V_p :

$$V_p = \frac{m_w}{\rho_w} = \frac{m_{p+w} - m_p}{\rho_w}$$

Puesto que ya tenemos una expresión para el volumen del picnómetro, finalmente se sustituye ésta en la ecuación de ρ_d , para obtener la ecuación que nos permitirá calcular la densidad de nuestra disolución:



$$\rho_d = \frac{m_{p+d} - m_p}{m_{p+w} - m_p} \cdot \rho_w$$

Como conclusión de este apartado, esta ecuación que hemos obtenido nos permitirá hallar la densidad de nuestra disolución simplemente sustituyendo en ella los tres datos de masa determinados (m_p , m_{p+w} y m_{p+d}). Habrá de sustituirse también el dato de densidad del agua, que para simplificar suele tomarse como 1g/ml. Lo más correcto sería tomar el valor de ρ_d a la misma temperatura a la que se realiza la determinación.

4.4 Ejemplo

Veamos un ejemplo real. Se tiene una disolución de sacarosa con 61g de sacarosa por cada 100g de disolución.

La masa del picnómetro vacío (m_p) fue 36.083g

La masa del picnómetro enrasado con agua (m_{p+w}) fue 60.105g

La masa del picnómetro enrasado con disolución (m_{p+d}) fue 69.043g

Se sustituyen los valores de las tres determinaciones en la ecuación. Vamos a tomar como densidad del agua 1g/ml.

$$\rho_d = \frac{m_{p+d} - m_p}{m_{p+w} - m_p} \cdot \rho_w = \frac{69.043 - 36.083}{60.105 - 36.083} \cdot 1 = \frac{32.960}{24.022} = 1.372\text{g/ml}$$

Y de este modo tan sencillo se obtiene el resultado que buscábamos, la densidad de la disolución. Como puede verse, ésta es bastante más elevada que la del agua debido a la alta concentración de sacarosa en la disolución.

5 Cierre

A lo largo de este objeto de aprendizaje se ha descrito el método del picnómetro, un procedimiento sencillo para determinar la densidad de cualquier líquido. Además se han expuesto los cálculos necesarios para obtener el resultado, y se ha ejemplificado el procedimiento con un caso real.

6 Bibliografía

[1] <http://es.wikipedia.org/wiki/Densidad>

[2] <http://es.wikipedia.org/wiki/Agua>

[3] <http://es.wikipedia.org/wiki/Picn%C3%B3metro>