

PRINCIPIO DEL MÉTODO DEL DENSÍMETRO

El método utilizado es el de tubo vibrante. Su fundamento es la determinación de los períodos de oscilación de un pequeño diapason de vidrio hueco en forma de “U” que contiene en su interior la muestra líquida, y que se halla bajo la acción de una excitación eléctrica o magnética.

La dirección de oscilación es perpendicular al plano del diapason, tal como se muestra en la figura 1. La medida principal del dispositivo se basa en el cambio de la frecuencia natural del oscilador, que sólo se ve afectada por la masa de líquido o gas que ocupa la parte del tubo susceptible de vibrar, sin importar que el tubo se prolongue más o menos, de ahí, que resulte de vital importancia llenar el tubo por completo. De esta manera el volumen que vibra es siempre el mismo, resultando innecesario hacer medidas complementarias.

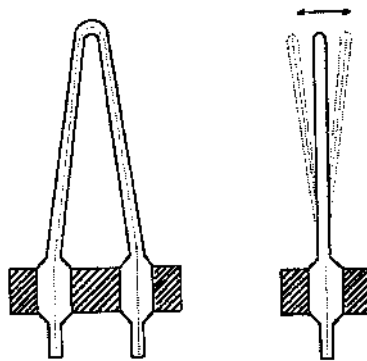


Fig 1. Tubo densímetro

Para explicar el método vamos a utilizar un modelo mecánico: el oscilador lineal o armónico. Tomemos el caso más sencillo que es el que tiene un solo grado de libertad. Su posición vendrá determinada por la

elongación de una sola variable (la “ x ”, por ejemplo), tal y como se muestra en la figura 2

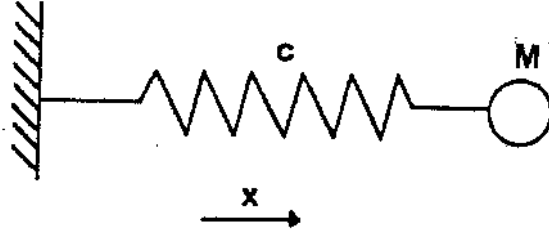


Fig 2 Oscilador en una dimensión

Si modificamos el equilibrio, aparecerá una aceleración recuperadora proporcional y opuesta a la separación; esto es:

$$\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = -\frac{k}{m}x \quad (1)$$

Siendo m la masa del oscilador y k la constante de elasticidad del mismo. La solución de esa ecuación diferencial corresponde a un movimiento periódico, cuyo período T es:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (2)$$

Cuando llenamos el tubo de disolución su masa será igual a:

$$m = m_0 + \rho V \quad (3)$$

donde m_0 es la masa del tubo vacío, V el volumen ocupado por la disolución y ρ su densidad, si elevamos la expresión (2) al cuadrado, teniendo en cuenta la nueva masa del tubo (3)

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m_0}{k} + 4\pi^2 \frac{V}{k} \rho \quad (4)$$

Llamando $A = \frac{4\pi^2 m}{k}$ y $B = \frac{4\pi^2 V}{k}$ respectivamente, podemos expresar la densidad en función de dichas constantes:

$$\rho = \frac{T^2 - A}{B} \quad (5)$$

Las constates A y B pueden determinarse, sin más que medir los períodos de dos muestras conocidas, normalmente agua destilada y aire.

El equipo que existe en el laboratorio se encuentra ya precalibrado, de modo que ofrece el valor directo de la densidad, así como la temperatura a que se encuentra el tubo oscilante.