

XXII OLIMPIADA NACIONAL DE FÍSICA

Guadalajara, Jal. 20-24 de noviembre de 2011

Prueba experimental



Seguramente has observado cómo el agua se acumula en el extremo de una llave, formando gotas que caen sucesivamente. Inicialmente, puede observarse una pequeña superficie ovalada. Después, a medida que el agua se acumula, esta superficie va tomando forma esférica y finalmente cae. También podemos ver que las gotas siempre caen cuando alcanzan un determinado volumen. Es decir, no caen a veces gotas pequeñas y luego gotas grandes. Si el flujo de agua se mantiene constante, las gotas que se desprenden tienen siempre el mismo tamaño. Sin embargo, si en vez de agua, saliera alcohol, la gotas se desprenderían en otro momento y su volumen sería diferente.

La explicación del hecho de que líquidos diferentes generen gotas de distinto tamaño, reside en el mismo principio que justifica que algunos insectos puedan “caminar” sobre la superficie del agua y que puedas usar servilletas de papel para absorber agua, y la que igualmente explica porque la sabia asciende desde las raíces hasta las hojas y porqué el detergente sirve para lavar. La explicación de todos estos fenómenos reside en una propiedad que tienen todas las sustancias que presentan un límite en su extensión, una frontera que la separe de otra fase diferente.

Esta propiedad se denomina *tensión superficial*, y corresponde a la fuerza de cohesión por unidad de longitud que un líquido ejerce sobre la frontera que lo separa de otro material. Entonces podemos pensar que, en el momento en que una gota se desprende de un gotero, el peso de la gota se equilibra con la fuerza de cohesión. En este problema experimental analizaremos este hecho.

Material

- Bandeja de trabajo (úsala para evitar que accidentalmente se mojen tus hojas de trabajo)
- Botella de agua
- Botella de alcohol (CUIDADO: este alcohol NO es ingerible)
- 2 jeringas de 3 ml cada una. Usa una para el alcohol y otra para el agua. Ponles una pequeña marca con las etiquetas para que no las confundas
- 1 frasco. Usa este frasco para preparar las soluciones de alcohol en agua.
- 1 Piceta. Llena la piceta de agua y úsala para enjuagar el frasco antes de preparar una nueva solución.

- Toallas de papel. Úsalas para secar el frasco después de enjuagarlo.
- Un gotero con una marca. La marca corresponde a un volumen que deberás determinar. Si no puedes ver claramente la marca, resáltala con lápiz.
- Papel milimétrico, hojas blancas, etiquetas, lápiz y regla.
- Recipiente de desperdicio, úsalo para vaciar la solución que hayas usado y no te sirva.

La parte experimental consiste en preparar soluciones de alcohol en agua a diferente concentración volumétrica ϕ :

$$\phi = \frac{V_{\text{alcohol}}}{V_{\text{alcohol}} + V_{\text{agua}}},$$

es decir, la concentración volumétrica ϕ de alcohol en agua, se define como el volumen del alcohol dividido entre la suma del volumen del alcohol y el volumen del agua.

Para cada solución, llenarás el gotero hasta la marca establecida y contarás el número de gotas que se obtienen al vaciar dicho volumen.

Preguntas

1 (5 puntos)
Prepara soluciones volumétricas desde $\phi = 0.0$ hasta $\phi = 1.0$, de 0.1 en 0.1. Para cada solución llena el gotero hasta la marca y cuenta el número de gotas que vacían el gotero. Repite cada medición de número de gotas tres veces y calcula el promedio. Reporta tus resultados en la tabla.
SUGERENCIA: Usa un volumen total de la solución de 10 ml.

2 (2.5 puntos)
Mide el volumen del líquido en el gotero hasta la marca, denótalo como V_t y escríbelo en la hoja de la tabla. Calcula el volumen de las gotas de cada solución y escríbelo en la tabla. Llama v al volumen de las gotas. Para esto utiliza la fotografía que se muestra en la Fig ??.

3 (2.5 puntos)
Haz una gráfica del volumen v de las gotas como función de la concentración ϕ .

4 (5 puntos)
Un buen ajuste de la gráfica anterior es de la forma:

$$v = A + Be^{-\alpha\phi}$$

con $\alpha = 4$. Por medio de un análisis gráfico calcula el valor de A y de B .

5

(2.5 puntos)

La fuerza de cohesión entre la gota que cuelga y la boquilla del gotero esta dada por: $F_{\text{cohesion}} = \gamma L$, donde γ es la tensión superficial del líquido y L la longitud de la línea de contacto entre la gota y la boquilla.

Dado que la tensión superficial de un líquido corresponde a la fuerza de cohesión por unidad de longitud, podemos pensar que, en el momento en que la gota se desprende del gotero, el peso de la gota se equilibra con la fuerza de cohesión. De acuerdo con lo anterior, expresa la tensión superficial en términos de las cantidades conocidas, denota como ρ_{OH} a la densidad del alcohol y $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$ a la del agua .

6

(2.5 puntos)

Realiza una gráfica de la tensión superficial como función de la concentración. Considera que la densidad del agua es de $\rho_{\text{OH}} = 1 \text{ gr/cm}^3$ y la del alcohol $\rho_{\text{H}_2\text{O}} = 0.810 \text{ g/cm}^3$.

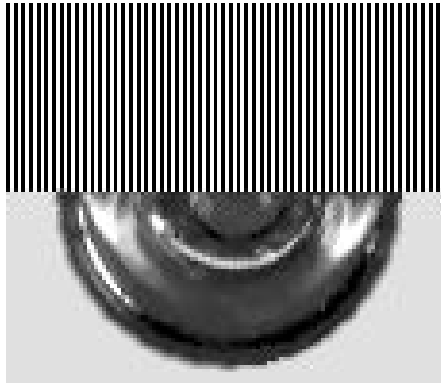


Figura 1: Fotografía digital de la boquilla del gotero, vista de frente y amplificada al 600 %. En esta amplificación hay 50 pixeles en una pulgada y las líneas de la parte superior tienen un pixel de ancho (recuerda que una pulgada equivale a 2.54 cm).

TABLA

ϕ	No. de gotas	No. de gotas	No. de gotas	Promedio	v
0.0					
0.1					
0.2					
0.3					
0.4					
0.5					
0.6					
0.7					
0.8					
0.9					
1.0					

Volumen del líquido en el gotero hasta la marca $V_t =$

4. $v =$

+

$e^{-\alpha\phi}$

5. $\gamma =$