

Medida de la tensión superficial con el método del anillo(método de du Nouy)



Física → Mecánica → Mecánica de los líquidos y los gases

ciencia aplicada → Ingeniería → Mecánica Aplicada → Fluidos y Aerodinámica

Nivel de dificultad
medio

Tamaño del grupo
2

Tiempo de preparación
45+ minutos

Tiempo de ejecución
45+ minutos

This content can also be found online at:



<http://localhost:1337/c/6330abde70bce100034ae822>

PHYWE



Información para el profesor

Aplicación

PHYWE



El parabrisas de un coche

La tensión superficial es notable en muchos fenómenos naturales y campos de la ingeniería que se asocian con el agua. Por ejemplo:

- Las zancadas acuáticas son capaces de caminar sobre la superficie del agua,
- Las gotas de agua se adhieren a las hojas y
- Los revestimientos de los cristales de los vehículos para mejorar la visibilidad en los días de lluvia. Los revestimientos deben estar diseñados para expulsar rápidamente el agua de las ventanillas, de modo que no se empañen.

Información adicional para el profesor (1/2)

PHYWE



Conocimiento previo



Principio

En las interfaces líquido-aire, las moléculas de líquido no tienen otras moléculas de líquido en todos sus lados. Por lo tanto, la tensión superficial es el resultado de la fuerte cohesión de las moléculas de líquido que están por debajo y al lado de ellas que de las moléculas del aire. De ahí que las moléculas de la superficie del líquido experimenten una atracción neta hacia abajo. Dentro del líquido, una molécula interfiere con otras moléculas en todas las direcciones de la esfera que la rodea. Por tanto, la fuerza neta es nula.

Para determinar la tensión superficial de un líquido, se sumerge en él un anillo unido a un medidor de torsión mediante un hilo de seda. Se baja el nivel del líquido y se mide la fuerza que actúa sobre el anillo justo antes de que la película de líquido se rasgue. La tensión superficial puede calcularse a partir del diámetro del anillo y de la fuerza de desgarro.

Información adicional para el profesor (2/2)

PHYWE



Objetivo



Tareas

Comprender el efecto de la temperatura del líquido y la concentración del mismo sobre su tensión superficial.

1. Determinar la tensión superficial del aceite de oliva en función de la temperatura.
2. Determinar la tensión superficial de las mezclas de agua/etanol en función de la proporción de mezcla.

Instrucciones de seguridad

PHYWE



Para este experimento se aplican las instrucciones generales para la experimentación segura en las clases de ciencias.

Utilizar guantes de protección para proteger las manos de los líquidos calientes.

Principio (1/4)

PHYWE

Una molécula en un líquido está sometida a las fuerzas ejercidas por todas las moléculas que la rodean; la fuerza resultante es cero. La fuerza resultante que actúa sobre una molécula en una capa límite de la superficie de un líquido no es cero, sino que se dirige hacia el interior del líquido. Esta fuerza se llama cohesión. Mantiene el líquido unido.

Todo líquido se esfuerza por reducir su superficie, para que la energía superficial sea lo más baja posible. Por lo tanto, cuando no hay otras fuerzas activas, todo líquido adopta una forma esférica, ya que es la forma con menor superficie para un volumen determinado. Para ampliar la superficie de un líquido en un área ΔA , una cierta cantidad de trabajo ΔE debe realizarse.

$$\epsilon = \frac{\Delta E}{\Delta A} \quad (1)$$

ϵ es la energía superficial específica. Es idéntica a la tensión superficial

$$\gamma = \frac{F}{l} \quad (2)$$

Principio (2/4)

PHYWE

donde la fuerza F actúa a lo largo del borde de la longitud l tangencial a la superficie para mantener la película líquida.

Cuando un anillo de radio r la longitud de la arista es

$$l = 2 \cdot 2\pi r \quad (3)$$

Para poder comparar las tensiones superficiales, se relacionan con una superficie que alberga 1 mol de moléculas. 1 mol ocupa un volumen V_m y consiste en N_0 moléculas, cada una de las cuales ocupa un espacio de V_m/N_0 .

Considerando que este espacio tiene forma cúbica, entonces la longitud de cada lado es $(V_m/N_0)^{1/3}$ y el área de cada lado $(V_m/N_0)^{2/3}$. Así que siempre hay el mismo número de moléculas $N_0^{2/3}$ en el espacio $V_m^{2/3}$.

Principio (3/4)

PHYWE

Por lo tanto, la tensión superficial está relacionada con esta superficie, y esta cantidad se denomina tensión superficial molar γ_m .

$$\gamma_m = \gamma \cdot V_m^{2/3} \quad (4)$$

Cuando un líquido se calienta, la energía cinética de las moléculas aumenta. Esto provoca un debilitamiento de las fuerzas de cohesión. La tensión superficial disminuye linealmente y, en todos los líquidos, alcanza el valor 0 a la temperatura crítica T_K .

$$\gamma_m = k_\gamma (T'_K - T) \quad (5)$$

donde $(T'_K$ es una temperatura cercana a la temperatura crítica T_K y k_γ es el coeficiente de temperatura.

k_γ es igual para casi todos los líquidos (ecuación de Eotvos): $k_\gamma = 2 \cdot 10^{-7} J/K$

Principio (4/4)

PHYWE

Las desviaciones indican la asociación o la formación de moléculas dobles. En el cálculo del coeficiente de temperatura, se ha supuesto que el mismo número de moléculas $N_0^{2/3}$ está contenida en el área $V_m^{2/3}$. Con las sustancias que se asocian, este número es menor, por lo que el coeficiente de temperatura también debe ser menor.

Cuando se mezclan dos líquidos, el líquido con menor tensión superficial se enriquece en la superficie. La tensión superficial γ_m de una solución de concentración c se define según Szyskowski por

$$\gamma_0 - \gamma_c = \alpha \cdot \ln(1 + bc)$$

donde α y b son constantes que dependen de la sustancia. La tensión superficial de tales mezclas tiene una relación no lineal con la proporción de mezcla.

Material

Posición	Material	Artículo No.	Cantidad
1		35754-93	1
2	DINAMOMETRO DE TORSION 0,01 N	02416-00	1
3	ANILLO P.MED.TENSION SUP.,D19,5	17547-00	1
4	Soporte para mechero Bunsen 75 cm	37694-00	1
5	Varilla de acero inoxidable, 50 cm, Rosca M10	02022-20	1
6	Varilla para agitador magnético, cilíndrica, 30 mm	46299-02	1
7	Pinza universal	37715-01	2
8	Doble nuez	37697-00	2
9	Doble nuez	02054-00	1
10	PLATO CRISTAL., BORO3.3, 150 mm	46245-00	2
11	Plato cristalizador, BORO 3.3, 125 mm	46244-00	2
12	HILO DE SEDA, L 200 M	02412-00	1
13	TUBITO VIDRIO L-150 MM, 10 PZS.	MAU-16074542	1
14	LLAVE UNA VIA,RECTA,VIDRIO, D.8MM	36705-00	1
15	TUBO DE SILICONA, DIAM.INT. 7 MM	39296-00	2
16	PIPETÁ VOLUMETRICA, 10 ML	36578-00	1
17	PIPETÁ VOLUMETRICA, 20 ML	36579-00	1
18	PERA PARA PIPETA	36592-00	1
19	PIPETÁ GRADUADA	36589-00	1
20	Cilindro graduado, 100 ml	36629-00	1
21	Alcohol etílico, absoluto, 500 ml	30008-50	1
22	Aceite de oliva, puro, 100 ml	30177-10	5
23	AGUA DESTILADA, 5000ML	31246-81	1

PHYWE



Montaje y ejecución

Montaje

PHYWE



Montaje experimental

Desengrasar el anillo de medición con alcohol, enjuagarlo con agua destilada y secarlo.

Utilizar un hilo de seda para fijar el anillo al brazo izquierdo del dinamómetro de torsión.

Poner el indicador en "0" y compensar el peso del anillo con el pomo de ajuste trasero de forma que el brazo de la palanca se encuentre en la zona blanca entre las marcas.

Ejecución (1/3)

PHYWE

Tarea 1:

Verter el líquido a investigar en un plato de cristalización de 1000 ml y llenar también el tubo de inmersión y la manguera de goma aplicando brevemente la succión con el pipeteador. El anillo debe quedar completamente sumergido.

Encender el agitador magnético y ajustar el control electrónico de temperatura a la temperatura de medición deseada. Cuando la temperatura se haya estabilizado, apagar el agitador y dejar que el líquido repose.

A continuación, abrir la llave de paso que está conectada al tubo de inmersión a través de la manguera de goma y dejar que el líquido salga lentamente de la cápsula de cristalización de 1000 ml hacia la más pequeña. Reajustar continuamente el dinamómetro de torsión mientras sale el líquido para mantener el brazo de palanca en la zona blanca entre las dos marcas.

Detener la medición en el momento en que la película de líquido se desprenda del anillo y leer el último valor fijado en el dinamómetro de torsión. Verter de nuevo el líquido recogido en la pequeña cubeta de cristalización en la cubeta del agitador magnético y repetir el procedimiento anterior a intervalos de 5 °C en un intervalo de temperatura de 20 °C a 130 °C.

Ejecución (2/3)

PHYWE

Tarea 2:

Para determinar la tensión superficial de varios etanol-agua repetir el procedimiento anterior sin calentar y utilizar las siguientes proporciones de mezcla:

Etanol / ml	Agua / ml	Etanol / %
90	-	100
90	10	90
90	20	81.8
90	50	64.3
90	70	56.3
90	90	50

Concentración de etanol

Ejecución (3/3)

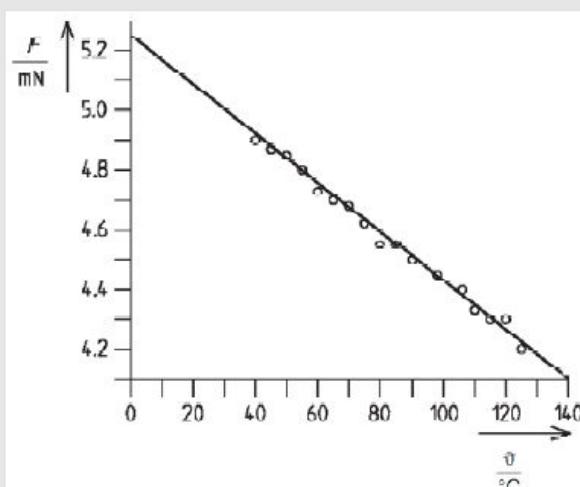
Tarea 2:

Realizar una serie adicional de experimentos como los anteriores, pero comenzando con agua pura:

Agua / ml	Etanol / ml	Etanol / %
90	-	0
90	10	10
90	20	18.2
90	50	35.7
90	70	43.7
90	90	50

Concentración de etanol

Resultados (1/4)



Dependencia de la temperatura de la tensión superficial del aceite de oliva

El diámetro del anillo de medición empleado en este ejemplo es $2r = 19.65 \text{ mm}$ de la ecuación 3, se obtiene:

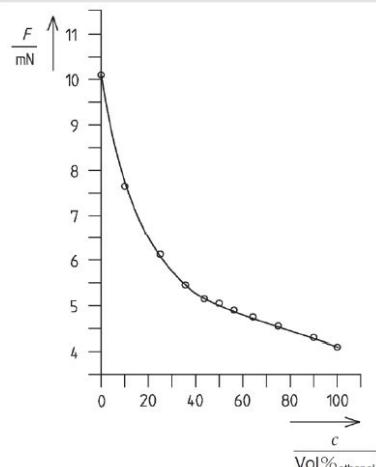
$$l = 122.90 \text{ mm}$$

Tarea 1:

Los resultados de las mediciones obtenidas para el aceite de oliva muestran una relación lineal inversa a la temperatura. La tensión superficial del aceite de oliva calculada a partir de las ecuaciones (2) y (3) se encuentra en este resultado de la muestra:

$$\gamma_{oliveoil} = 40 \frac{\text{mN}}{\text{m}}$$

Resultados (2/4)



Tensión superficial de mezclas de agua/etanol en función de la concentración de etanol

Tarea 2:

Se muestra la relación no lineal entre la tensión superficial y la proporción de mezcla en el caso de las mezclas de agua y etanol. Valores de la literatura para la tensión superficial del etanol y el agua a (25 °C):

$$\gamma_{\text{water}} = 72.8 \frac{\text{mN}}{\text{m}} \quad \text{y} \quad \gamma_{\text{ethanol}} = 21.97 \frac{\text{mN}}{\text{m}}$$

Valores experimentales (calculados a partir de (2) y (3)):

$$\gamma_{\text{water}} = 82.0 \frac{\text{mN}}{\text{m}} \quad \text{y} \quad \gamma_{\text{ethanol}} = 33 \frac{\text{mN}}{\text{m}}$$

Resultados (3/4)

¿Cuál de las siguientes es la razón de la tensión superficial?

- Fuerzas adhesivas
- Proceso adiabático
- Fuerzas de cohesión

Verificar

A la temperatura crítica, la tensión superficial de un líquido es

- Máximo
- Infinito
- Cero

Verificar

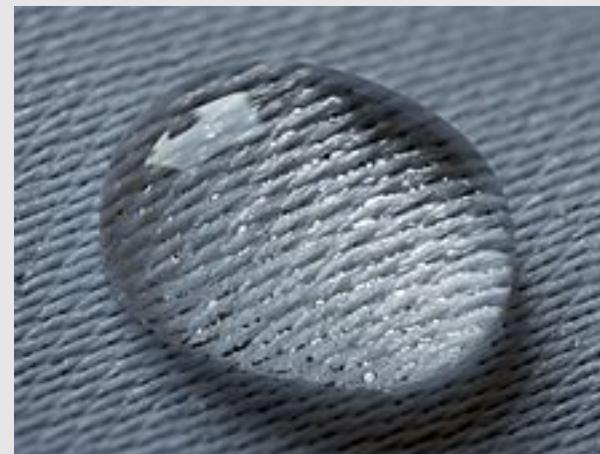
Resultados (4/4)

PHYWE

La tensión superficial del líquido depende de la

- Impurezas presentes en el líquido
- Temperatura del líquido
- Área de la superficie del líquido

 Verificar



Gota de agua

Diapositiva

Puntuación/Total

Diapositiva 18: Múltiples tareas

0/3

Diapositiva 19: Tensión superficial

0/2

Puntuación total

0/5

 Mostrar soluciones

 Reintentar

12/12