

Name:

PartnerIn in Crime:

Datum :

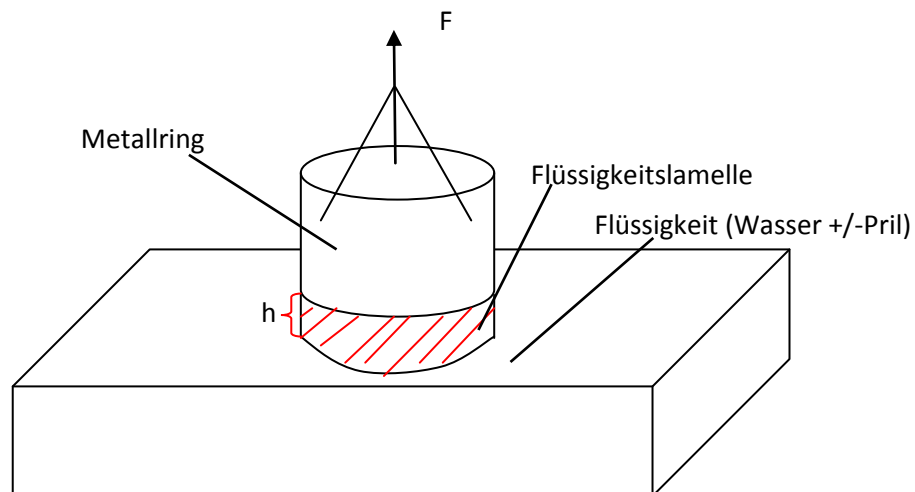
Versuch: Oberflächenspannung und innere Reibung 1105B

Einleitung:

Oberflächenspannung wird durch zwischenmolekulare Kräfte kurzer Reichweite hervorgerufen (Kohäsionskräfte). Ein Molekül im Inneren des Mediums (z.B. Wasser) wird von seinen Nachbarmolekülen gleich stark angezogen. Nach allen Seiten wirken die gleichen Kräfte, somit ist die resultierende Kraft gleich Null.

Auf ein Molekül am Rande einer Flüssigkeit/eines Mediums hingegen wirken nur die Kräfte aus dem Inneren des Mediums, da sich auf der einen Seite keine Moleküle mehr befinden. Auf diesen Molekülen an der Grenzfläche wirken Kräfte, die in das Innere des Mediums gerichtet sind. Da die Flüssigkeit bestrebt ist, ein minimaloberfläche einzunehmen, weist sie in Abhängigkeit von der Oberflächenspannung eine gewölbte Oberfläche auf. Deshalb wird die Oberflächenspannung als eine Energie definiert, die benötigt wird, die Oberfläche einer Flüssigkeit um ein Flächenstück zu vergrößern.

Versuchsaufbau:



Versuchsvorbereitung & -durchführung:

1. Gewichtskraft des Ringes wird abgelesen
 2. Durchmesser bzw. Radius des Ringes wird bestimmt
 3. Metallring wird mit Pril entfettet und mit Leitungswasser abgespült
 4. Glasschale wird mit des. Wasser gefüllt
-
1. Versuch 1
 - 1) Metallring, der an dem Kraftmesser hängt, wird ganz in des. Wasser eingetaucht
 - 2) vorsichtig und ruckfrei wird am oberen Ende des Kraftmessers gezogen
 - 3) der angezeigte Maximalkraft wird am Kraftmesser abgelesen
 - 4) Versuch wird 5x wiederholt und gleichzeitig wird die Temperatur gemessen
 2. Versuch 2
 - 1) dem des. Wasser wird Pril zugegeben
 - 2) der obige Versuch wird wieder 5x wiederholt und gleichzeitig wird die Temperatur gemessen

Daten:

gemessene Wassertemperatur: 18°C

Innenradius des Metallringes: 2,925 cm

gemessene Gewichtskraft des Metallringes: $F_G = 48 \text{ mN} = 0,048 \text{ N}$

Versuch 1: Oberflächenspannung und Grenzflächenspannung

Tabelle 1 (H₂O):

Versuchsnummer	Maximalkraft in mN
1	70
2	71
3	71
4	70
5	70

Mittelwert: 70,4 mN

$F_{w1} = 0,0704 \text{ N}$

Tabelle 2 (H₂O + Pril)

Versuchsnummer	Maximalwert in mN
1	59
2	59
3	59
4	60
5	59

Mittelwert: 59,2 mN

$F_{w2} = 0,00592 \text{ N}$

F_G = Kraft des Metallringes

F_w = Kraft des H₂O

r = Innenradius des Metallringes

Berechnung der Oberflächenspannung 1 (H₂O):

$$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{F_{w1} - F_G}{4\pi r}$$
$$\sigma = \frac{0,0704 \text{ N} - 0,048 \text{ N}}{4 \cdot \pi \cdot 0,02925 \text{ m}} \approx 0,0609 \frac{\text{J}}{\text{m}^2} = 60,9 \frac{\text{mN}}{\text{m}}$$

1. Berechnung der Oberflächenspannung 2 (H₂O + Pril):

$$\sigma = \frac{W}{A} = \frac{F_{w2} - F_G}{4\pi r}$$
$$\sigma = \frac{0,00592 \text{ N} - 0,048 \text{ N}}{4 \cdot \pi \cdot 0,02925 \text{ m}} \approx 0,03047 \frac{\text{J}}{\text{m}^2} = 30,47 \frac{\text{mN}}{\text{m}}$$

2. Abweichung:

$$\text{H}_2\text{O-Oberflächenspannung}_{\text{exp}}: 60,9 \frac{\text{mN}}{\text{m}}$$

$$\text{H}_2\text{O-Oberflächenspannung}_{\text{Lit}}: 72,7 \frac{\text{mN}}{\text{m}}$$

prozentuale Abweichung: 16,2%

Fehlerdiskussion:

Mögliche Fehlerquellen sind eventuell noch vorhandene Verunreinigungen des Metallringes und menschliche Reaktionen auf den Versuch.

Berechnung der veränderten Oberflächenspannung:

Nach der Zugabe von Pril sinkt die Oberflächenspannung um $0,03043 \frac{\text{J}}{\text{m}^2}$.

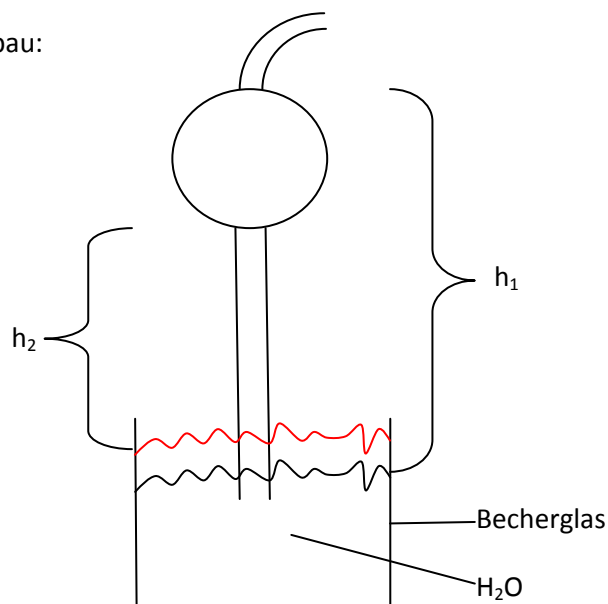
Spülmittel bestehen aus Tenside. Fügt man Wasser Tenside zu, bildet sich zunächst an der Wasseroberfläche eine dünne Schicht von Tensiden. Tensiden bestehen aus einem hydrophoben und einem hydrophilen Teil. Während sich die hydrophoben Teile so anordnen, dass sie kein Kontakt mit Wasser haben, richten sich die hydrophilen Teile in Richtung Wasser und ziehen die Wassermoleküle an sich. Somit wird die Oberflächenspannung des Wassers herabgesetzt.

Versuch 2: Innere Reibungen in Flüssigkeiten (Viskosität)

Einleitung:

Zwischen benachbarte Flüssigkeiten tritt aufgrund der unterschiedlichen Geschwindigkeiten eine innere Reibung auf, die als Viskosität bezeichnet wird. Will man eine derartige Reibung überwinden, muss eine tangentielle Schubspannung $\sigma = \frac{F}{A}$ abgreifen, wobei $\frac{\Delta v}{\Delta x}$ der Geschwindigkeitsgradient quer zur Strömungsrichtung ist. Die Proportionalitätskonstante zwischen Schubspannung und Geschwindigkeitsgradienten ist die Viskosität.

Versuchsaufbau:



Versuchsvorbereitung & -durchführung:

1. Becherglas wird mit Leitungswasser gefüllt
2. Kapillarlänge, Kapillarradius, h_1 & h_2 , Temperatur und Volumen der Kugel werden bestimmt
3. Wasser wird mit der Wasserstrahlpumpe hochgezogen, bis die Kugel mit Wasser gefüllt ist
4. Wasser wird durch die Kapillare in das Becherglas zurück ausgelaufen und die Zeit wird gemessen, in der die Wasseroberfläche vom oberen Kugelabsatz bis zum unteren Kugelansatz fällt

Versuchsauswertung:

$$h_1 = 0,656 \text{ m}$$

$$h_2 = 0,573 \text{ m}$$

$$h_{\text{Mitt}} = \frac{(h_1 + h_2)}{2} = 0,6145 \text{ m}$$

$$l_{\text{Kug}} = 0,65 \text{ m}$$

$$r_{\text{Kap}} = \frac{(2 \pi)}{2} = 0,000875 \text{ m}$$

Temperatur: 15°C

$$V_{\text{Kug}} = 105 \text{ mL} = 0,105 \text{ L}$$

Versuchsauswertung:

Versuchsnummer	Strömungszeit in sec
1	108,61

Berechnung der Volumenstromstärke:

$$I = \frac{dV}{dt} = \frac{0,105 \text{ L}}{108,61 \text{ s}} = 0,0009668 \frac{\text{L}}{\text{s}} = 0,9668 \frac{\text{mL}}{\text{s}}$$

Berechnung der Viskosität η :

$$I = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot \Delta p}{8 \cdot \eta \cdot l_{\text{Kap}}}$$

\Leftrightarrow

$$\eta = \frac{\pi \cdot r^4 \cdot \Delta p}{8 \cdot I \cdot l_{\text{Kap}}}$$

$$\begin{aligned} \eta &= \frac{\pi \cdot (0,000875 \text{ m})^4 \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,6145 \text{ m}}{8 \cdot 0,9668 \frac{\text{mL}}{\text{s}} \cdot 0,65 \text{ m}} \\ &= \frac{1,8 \cdot 10^{-12} \text{ m}^4}{5,2 \text{ m} \cdot 0,9668 \frac{\text{mL}}{\text{s}}} \cdot \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,6145 \text{ m} \\ &= \frac{1,8 \cdot 10^{-12} \text{ m}^4}{5,2 \text{ m} \cdot 0,0000009668 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}} \cdot 6028,245 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} \\ &= \frac{1,8 \cdot 10^{-12} \text{ m}^4}{0,00000502736 \frac{\text{m}^4}{\text{s}}} \cdot 6028,245 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}^2} = 0,0021583 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}} \end{aligned}$$

Berechnung der prozentualen Abweichung:

$$H_2O (20^\circ)_{Lit} = 0,001 \frac{kg}{m \cdot s}$$

$$H_2O (15^\circ)_{exp} = 0,002 \frac{kg}{m \cdot s}$$

$$Abweichung = 100\%$$

Fehlerdiskussion:

Mangels Literaturinformation wurde die η_{Wasser} bei 20°C genommen und mit dem Durchführungswert, der bei 15°C gemessen wurde, verglichen.

Daher bestünde die 1. Fehlerquelle darin, aber wenn η_{Wasser} bei 15°C betrachtet wird, wird ersichtlich, dass trotz Temperaturunterschiede anderswo nach Fehlern gesucht werden müssen. Dies können z.B. das nicht rechtzeitige Stoppen bzw. Anfangen der Zeitmessung sein oder aus das frühzeitige bzw. späte Wasserauslass. Menschliche Reaktionen tragen einen großen Anteil an den auftauchenden Fehlermöglichkeiten bei.