

9. 2. Oberflächenspannung – quantitativ

Bestimmung der Oberflächenspannung, Ringmethode (nach Lecomte de Noüy)



Versuchsdurchführung nach der Versuchsskizze:

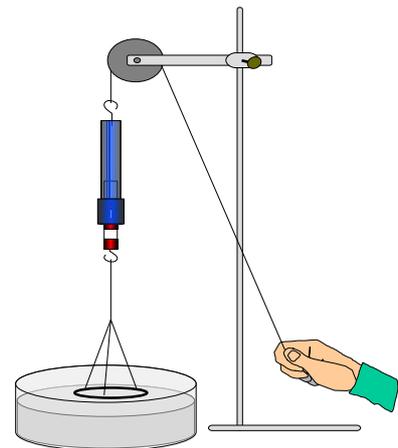
Vorversuch

Zunächst wird die Gewichtskraft des Ringes ermittelt. Also der Wert, der abgelesen werden kann, wenn der Ring ohne Wasserkontakt am Faden hängt.

Anschließend wird der Ring am Faden langsam aus dem Wasserbad gezogen, bis der Kontakt zwischen Wasser und Ring abreist. Der maximale Ausschlag der Feder wird notiert.

Wiederhole diese Vorgehensweise mehrmals, achte dabei auf die maximale Kraft, die ablesbar ist!!! Notiere dir, ob bei der messbaren Maximalkraft der Abriss erfolgt.

Falls kleine Unterschiede beim Ablesevorgang auftreten, bestimme einen Mittelwert.



Hauptversuch

- Lege Wertetabellen an
- Lass für die Berechnung der Oberflächenspannung in der Wertetabelle Platz. Die Oberflächenspannung erhält das Symbol (σ : sigma)
- Formuliere Versuchsergebnisse

a) Temperaturabhängigkeit der Oberflächenspannung

- Verwende hierfür Wasser von 4 °C, von Raumtemperatur und von 90 °C.

b) Veränderung der Oberflächenspannung durch Lösen von Salzen

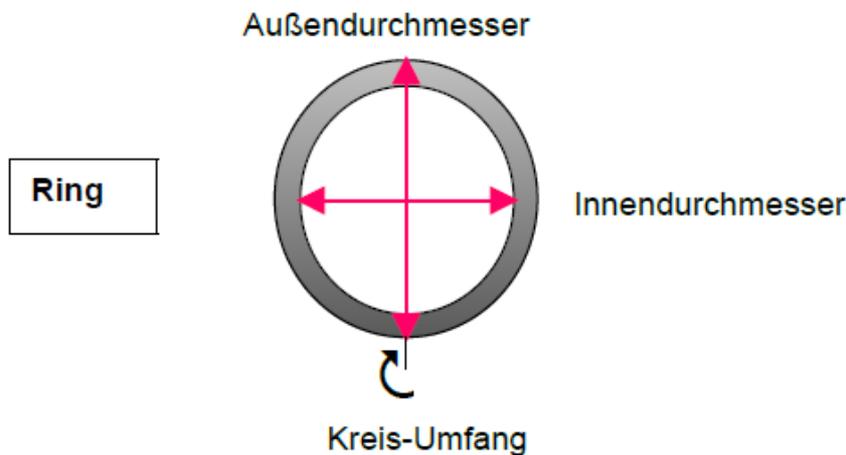
- Stelle dir mit Kochsalz eine Salzlosung her, verwende unterschiedliche Konzentrationen (maximale Löslichkeit von Kochsalz (gesättigte Lösung) $w = 26,5\%$, 20 °C)

c) Veränderung der Oberflächenspannung durch Zugabe von Alkohol ($w = 50\%$)

d) Veränderung der Oberflächenspannung durch Zugabe von Geschirrspülmittel

Berechnung der Oberflächenspannung

Betrachte das Foto auf der ersten Seite. Was geschieht, wenn du den Ring aus der Flüssigkeit ziehst? Beschreibe und vergleiche mit deinen Versuchserfahrungen!



Um den Ring aus der Flüssigkeit zu ziehen musst du die Arbeit (**W**) verrichten. Hierbei bildet sich eine neue Oberfläche der Flüssigkeit aus. Diese Fläche umschließt den Ring auf der Außenseite (Außendurchmesser) und auf der Innenseite (Innendurchmesser).

Eine Formel zur Berechnung des Kreisumfangs lässt sich schnell finden:

$$u = 2 \cdot \pi \cdot r$$

Da diese Fläche zweimal entsteht, der Innendurchmesser sich aber von dem Außendurchmesser unterscheidet (s.o.), verwendet man zur Berechnung des Umfangs sinnvoller Weise einen mittleren Radius r_m . Die Höhe h lässt sich leicht mit dem Geodreieck abmessen, du kannst die Strecke aber auch am Glasgefäß abtragen! Die Arbeit, die du zur Neubildung der Oberfläche aufwendest, beschreibt die Oberflächenspannung (σ), wenn du den Quotienten aus Arbeit **W** und der neu entstandenen Fläche (**A**) bildest.

Also, versuchen wir es einmal:

$$\sigma = \frac{W}{A} \quad , \text{ dabei ist } W = F \cdot s \quad [F = \text{aufgewendete Kraft, } s = \text{abgelesene Höhe } h]$$

Die Fläche ergibt sich aus dem Umfang (innen und außen) des Kreises, multipliziert mit der Höhe **h**.

Vereinfacht: $2 \cdot u = 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_m \cdot h$

$$\sigma = \frac{F \cdot h}{2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_m \cdot h} = \frac{F}{4 \cdot \pi \cdot r_m}$$

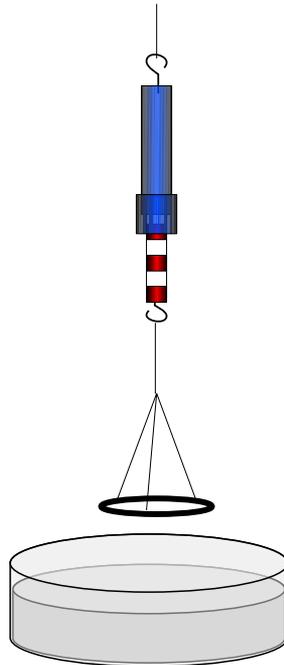
Welche Kraft ist mit **F** gemeint? Die Kraft **F** muss nun noch etwas genauer beleuchtet werden.

Wenn die Flüssigkeitsoberfläche vergrößert wird, dann wendest du eine Gesamtkraft (F_{ges}) auf, die die Gewichtskraft der Versuchsanordnung (F_G), die am Kraftmesser hängt und die Kraft (F) umfasst, die du zur Erzeugung der neuen Oberfläche benötigst

D.h. F ist die Kraft, die du in die Formel einsetzen musst.

$$F_{\text{ges}} = F_G + F \rightarrow F = F_{\text{ges}} - F_G$$

Gewichtskraft F_G



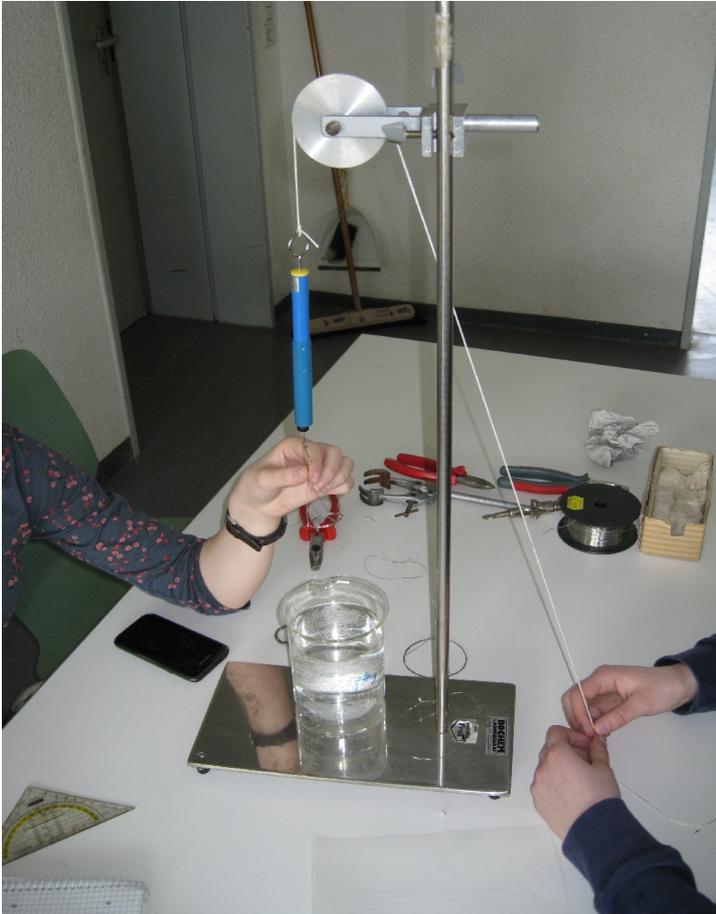
Aufgabe:

Berechne für die durchgeführten Versuche die Oberflächenspannung, trage die Ergebnisse in die Wertetabelle(n) ein und vergleiche sie miteinander. Formuliere den Vergleich schriftlich.

Schülerprotokoll: Oberflächenspannung - quantitativ

Versuch nach der Ringmethode

Versuchsskizze siehe oben (mit 3 versch. Ringen); tatsächlicher Aufbau siehe Foto.



Die verschiedenen Ringe wurden mit Draht hergestellt. Die Rundung des Drahtes gelingt gut, wenn man ihn z.B. um verschieden dicke Bechergläser windet.

- Angaben: Ring 1 Durchmesser innen: 2,9cm / außen: 3,1cm
 Fläche innen: 6,605cm² / gesamt: 7,548cm²
 Gewichtskraft: ca. 0,01 N
- Ring 2 Durchmesser innen: 5,9cm / außen: 6,3cm
 Fläche innen: 27,34cm² / gesamt: 31,172cm²
 Gewichtskraft: ca. 0,02 N
- Ring 3 Durchmesser innen: 2,9cm / außen: 3,5cm
 Fläche innen: 6,605cm² / gesamt: 9,621cm²
 Gewichtskraft: ca. 0,035 N

Ergebnisse:

Oberflächenspannung – quantitativ

Bestimmung und Berechnung der Oberflächenspannung, Ringmethode (nach Lecomte de Noüy)

allgemein: Zeitpunkt des Abrisses zwischen Wasser und Ring = Zeitpunkt des max. Ausschlages der Feder

max. Ausschlag der Feder:

Wasser	Zimmertemperatur	Eiswasser (ca. 4°C)	Heißes (ca. 90°C)	mit Spülmittel	mit Spiritus	6)mit Kochsalz	7)mit Kochsalz
	1)	2)	3)	4)	5)	niedrigere Konzentration	höhere Konzentration
Ring 1	ca.0,02N	ca.0,025N	ca.0,015N	ca.0,015N	ca.0,015N	ca.0,02N	ca.0,02N
Ring 2	ca.0,04N	ca.0,04N	ca.0,035N	ca.0,03N	ca.0,03N	ca.0,04N	ca.0,045N
Ring 3	ca.0,055N	ca.0,055N	ca.0,035N	ca.0,04N	ca.0,04N	ca.0,05N	ca.0,045N

Auswertung:Oberflächenspannung

- 2) erhöht die Oberflächenspannung ,da kurz vor dem einfrieren die Moleküle enger zusammen sind.
- 3) verringert die Oberflächenspannung,da kurz vor dem sieden die Moleküle weiter auseinander sind
- 4) die Kraft ist geringer, dennoch ist die Oberflächenspannung höher. Beobachtung, „Seifenblasenprinzip“
- 5) geringe Kraft und geringere Oberflächenspannung
- 6) kein Unterschied erkennbar
- 7) im Vergleich zu 6) höhere Oberflächenspannung