

Messung der Oberflächenspannung nach der Abreißmethode

Versuchsziele

- Erzeugung einer Flüssigkeitslamelle zwischen der Schneide eines Metallrings und der Flüssigkeitsoberfläche.
- Messung der Zugkraft auf den Metallring kurz vor dem Abreißen der Lamelle.
- Bestimmung der Oberflächenspannung aus der gemessenen Zugkraft.

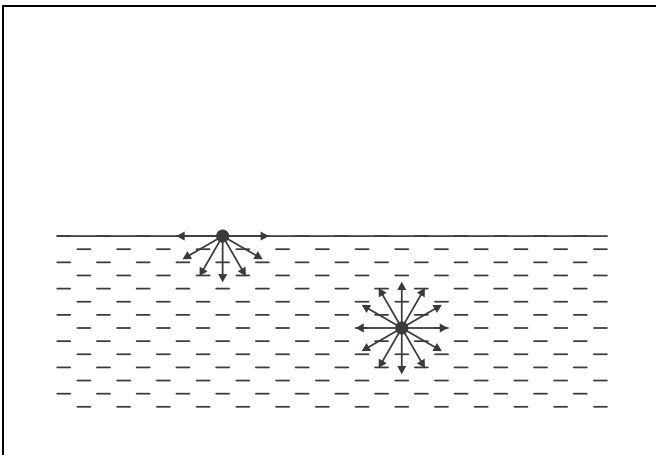


Fig. 1 Kräfte auf ein Molekül an der Oberfläche und ein Molekül im Inneren einer Flüssigkeit durch die jeweiligen Nachbarmoleküle

Grundlagen

Die Oberflächenspannung beruht darauf, dass auf ein Molekül an der Oberfläche einer Flüssigkeit die anziehenden Kräfte seiner Nachbarmoleküle nur von einer Seite her wirken (siehe Fig. 1). Die resultierende Kraft auf das betrachtete Molekül weist senkrecht zur Oberfläche ins Innere der Flüssigkeit.

Zur Vergrößerung der Oberfläche, d. h. um weitere Moleküle an die Oberfläche bringen zu können, muss Energie zugeführt werden. Den Quotienten aus der – bei konstanter Temperatur – zugeführten Energie ΔE und der Oberflächenänderung ΔA bezeichnet man als Oberflächenenergie bzw. Oberflächenspannung

$$\sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A} \quad (I)$$

der Flüssigkeit.

Gemessen werden kann die Oberflächenspannung z. B. mit einem Metallring mit scharfer Schneide, der zunächst in die Flüssigkeit eintaucht und vollständig benetzt wird. Zieht man den Ring langsam aus der Flüssigkeit, so wird eine dünne Flüssigkeitslamelle hochgezogen (siehe Fig. 2). Deren Oberfläche auf der Außen- und der Innenseite ändert sich um

$$\Delta A = 4 \cdot \pi \cdot R \cdot \Delta x \quad (II),$$

R : Radius des Metallrings

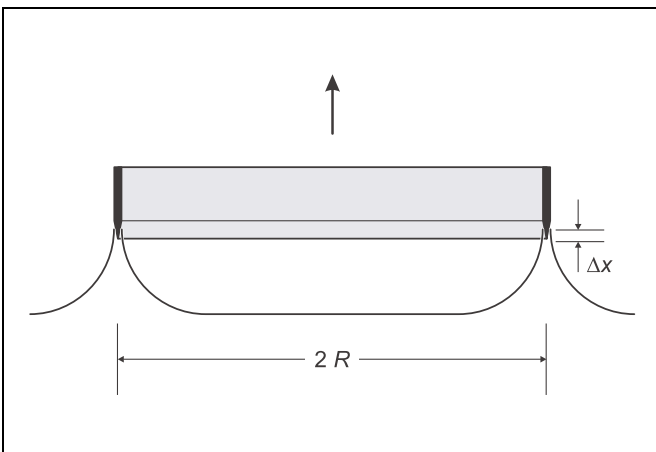
wenn der Metallring um die Strecke Δx hochgezogen wird. Für das Hochziehen muss eine Kraft

$$F = \frac{\Delta E}{\Delta x} \quad (III)$$

aufgebracht werden. Wird diese Kraft überschritten, so reißt die Flüssigkeitslamelle ab. Für die Oberflächenspannung gilt wegen (I)-(III)

$$\sigma = \frac{F}{4 \cdot \pi \cdot R} \quad (IV).$$

Fig. 2 Schematische Darstellung



Geräte

| | |
|--|---------|
| 1 Gerät zur Oberflächenspannung | 367 46 |
| 1 Präzisions-Kraftmesser 0,1 N | 314 111 |
| 1 Messschieber | 311 52 |
| 1 Kristallisierschale, 95 mm Ø, 55 mm hoch | 664 175 |
| 1 Laborboy II | 300 76 |
| 1 Kleiner Stativfuß, V-förmig | 300 02 |
| 1 Stativstange, 75 cm | 300 43 |
| 1 Muffe mit Haken | 301 08 |

zusätzlich erforderlich:

destilliertes Wasser, Ethanol

Aufbau

Der Versuchsaufbau ist in Fig. 3 dargestellt.

- Kristallisierschale sorgfältig reinigen.
- Metallring sorgfältig z. B. mit Ethanol entfetten und in Kraftmesser einhängen, beide an Muffe mit Haken über der Kristallisierschale aufhängen.
- Laborboy auf eine Hubhöhe von ca. 10 cm einstellen.

Durchführung

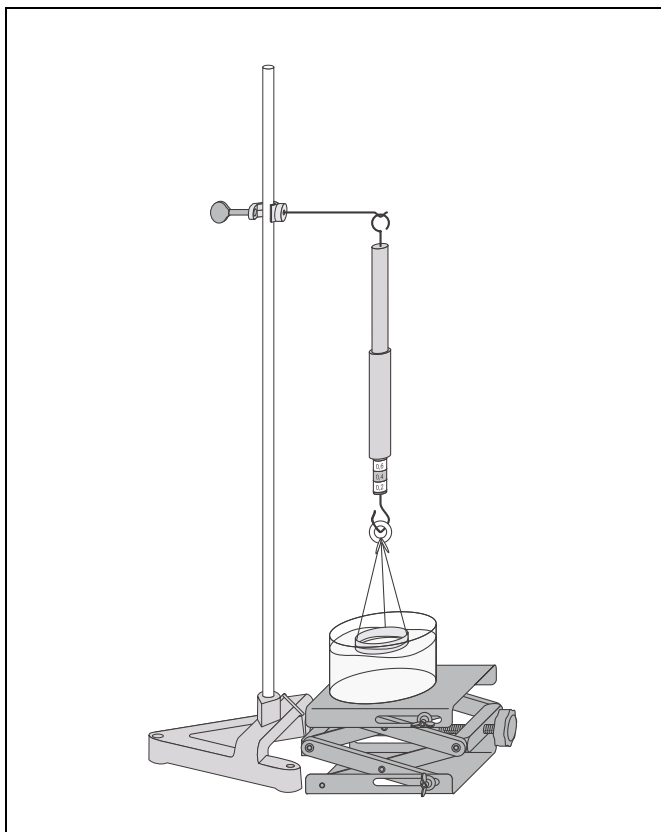
- Durchmesser des Metallringes bestimmen.
- Kraftmesser mit Hilfe der verschiebbaren Hülse auf Null abgleichen.

- Kristallisierschale mit destilliertem Wasser füllen.
- Muffe mit Haken absenken, bis der Metallring vollständig in das Wasser eintaucht.
- Laborboy vorsichtig absenken und dabei ständig Zugkraft an Kraftmesser ablesen.

Sobald die Schneide des Metallrings aus der Flüssigkeit auftaucht, bildet sich die Flüssigkeitslamelle aus. Wenn die Zugkraft sich nicht mehr vergrößert, obwohl der Laborboy weiter abgesenkt wird, befindet sich die Lamelle kurz vor dem Abreißen.

- Zugkraft kurz vor dem Abreißen der Lamelle ablesen und notieren.
- Destilliertes Wasser auskippen und Kristallisierschale und Metallring trocknen.
- Messung mit Ethanol wiederholen.

Fig. 3 Versuchsaufbau zur Messung der Oberflächenspannung nach der Abreißmethode

**Messbeispiel**

Durchmesser des Metallringes: $2 R = 60 \text{ mm}$

Messung mit Wasser: $F = 28 \text{ mN}$

Messung mit Ethanol: $F = 9 \text{ mN}$

Auswertung

Messergebnis für Wasser: $\sigma = 74 \text{ mN m}^{-1}$

Literaturwert für Wasser bei $25 \text{ }^\circ\text{C}$: $\sigma = 72 \text{ mN m}^{-1}$

Messergebnis für Ethanol: $\sigma = 24 \text{ mN m}^{-1}$

Literaturwert für Ethanol: $\sigma = 22 \text{ mN m}^{-1}$

Ergebnis

Wasser zeichnet sich im Vergleich zu anderen Flüssigkeiten durch eine besonders hohe Oberflächenspannung aus.