

Messung der Oberflächenspannung nach der Abreißmethode

Aufzeichnung und Auswertung mit CASSY

Versuchsziele

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

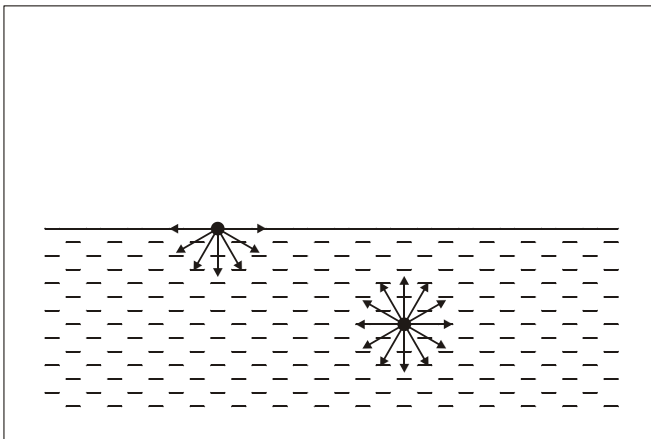


Fig. 1 Kräfte auf ein Molekül an der Oberfläche und ein Molekül im Inneren einer Flüssigkeit durch die jeweiligen Nachbarmoleküle

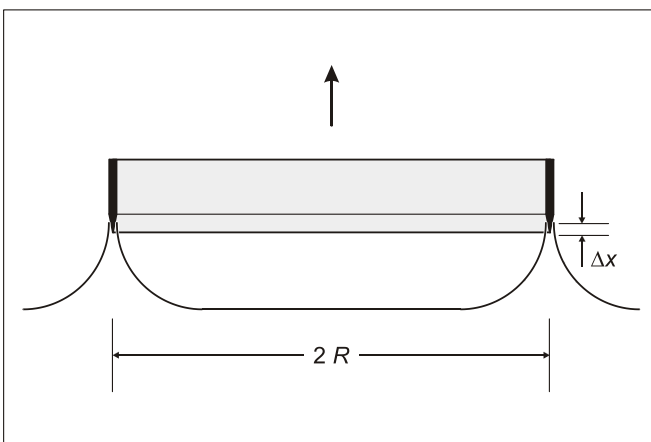


Fig. 2 Schematische Darstellung

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)

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


Geräte

- 1 Oberflächenspannung, Bestimmungsgerät ... 367 46
- 1 Kristallisierschale, 95 mm Ø, 55 mm hoch 664 175
- 1 Sensor-CASSY 2..... 524 013
- 1 CASSY Lab 2 524 220
- 1 Kraftsensor S, ±1 N 524 060
- 1 Messschieber (Schieblehre)..... 311 53
- 1 Laborboy II (Laborhebestativ)..... 300 76
- 1 Stativfuß V-förmig, klein 300 02
- 1 Stativstange 47 cm, 12 mm Ø 300 42
- 1 Leybold-Muffe..... 301 01
- 1 Ethanol, Lösungsmittel, 250 ml 671 9740
- 1 Wasser, rein, 1 l 675 3400
- 1 PC mit Windows XP/Vista/7/8


Durchführung

Für die Messung wird der Kraftsensor im 30 mN-Messbereich betrieben.

- [Einstellungen in CASSY Lab 2 laden](#).
- Durchmesser des Metallringes bestimmen.
- Kraftmesser in den Einstellungen FA1 durch → 0 ← auf Null abgleichen.

- Kristallisierschale mit destilliertem Wasser füllen.
- Leybold-Muffe absenken, bis der Metallring vollständig in das Wasser eintaucht.
- Messung mit  starten.
- Laborboy vorsichtig absenken.

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.

- Messung nach dem Abreißen wieder mit  stoppen.
- Destilliertes Wasser auskippen und Kristallisierschale und Metallring trocknen.
- Messung mit Ethanol wiederholen.

Messbeispiel

- Durchmesser des Metallringes: $2 R = 60 \text{ mm}$
- Messung mit Wasser: $F = 24,4 \text{ mN}$
- Messung mit Ethanol: $F = 8,5 \text{ mN}$

Auswertung

- Messergebnis für Wasser: $\sigma = 65 \text{ mN m}^{-1}$
- Literaturwert für Wasser bei 25°C: $\sigma = 72 \text{ mN m}^{-1}$
- Messergebnis für Ethanol: $\sigma = 23 \text{ mN m}^{-1}$
- Literaturwert für Ethanol: $\sigma = 22 \text{ mN m}^{-1}$

Ergebnis

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

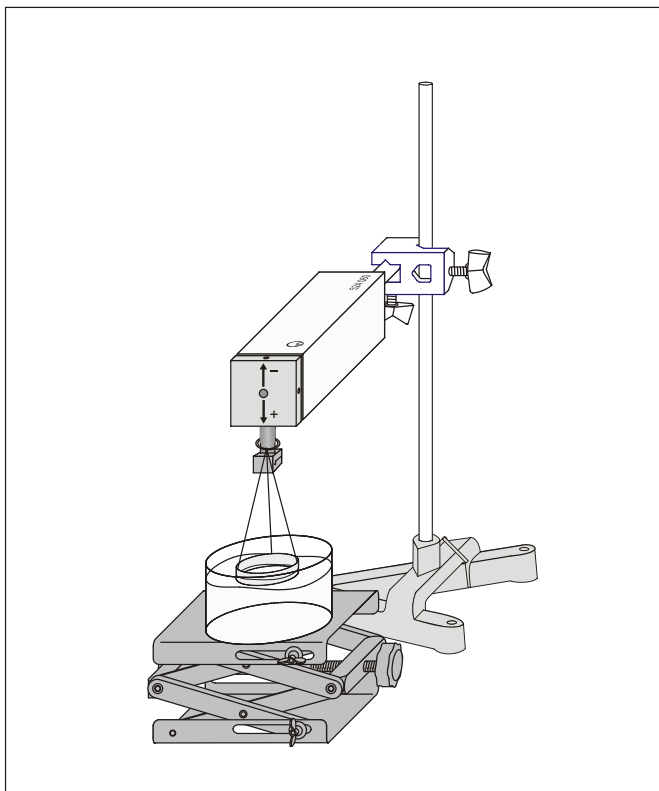


Fig. 3 Versuchsaufbau zur Messung der Oberflächenspannung nach der Abreißmethode

Aufbau

Der Versuchsaufbau ist in Fig. 3 dargestellt.

- Kristallisierschale sorgfältig reinigen.
- Metallring sorgfältig z.B. mit Ethanol entfetten und in Kraftmesser einhängen.
- Laborboy auf eine Hubhöhe von ca. 10 cm einstellen.

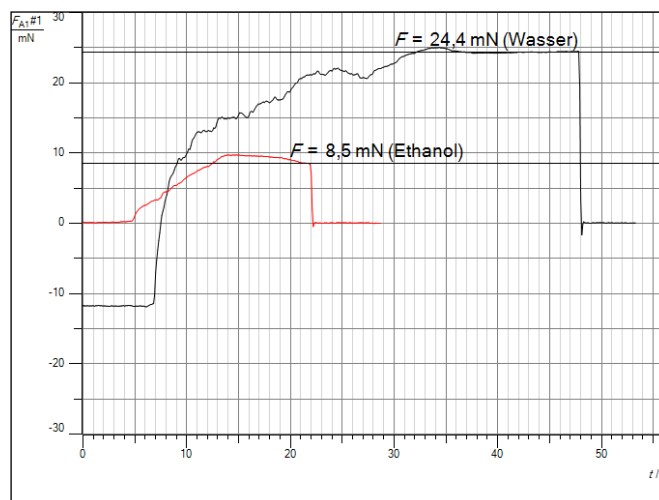


Fig. 4 Messung für Wasser und Ethanol.