



Versuchsanleitung

Oberflächenspannung

Nummer: 08
Kompiliert am: 29. März 2023
Letzte Änderung: 29.03.2023
Beschreibung: Bestimmung der Oberflächenspannung verschiedener Flüssigkeiten.
Webseite: <https://www.uni-ulm.de/nawi/institut-fuer-quantenoptik/ag-prof-jelezko/lehre/grundpraktikum-physik-physwiphys-la-phys/>

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	2
2 Stichpunkte zur Versuchsvorbereitung	2
2.1 Theorie	2
2.2 Beispiele aus Natur und Alltag	2
3 Versuchsdurchführung	3
3.1 Abreißmethode	3
3.2 Blasendruck-Methode	3
3.2.1 Kalibrierung des Drucksensors	3
3.2.2 Bestimmung der Oberflächenspannung von demineralisiertem Wasser .	3
3.2.3 Bestimmung der Oberflächenspannung einer Kochsalzlösung	3
3.3 Häufige Fehler	4
4 Versuchszubehör	4
5 Hinweise zur Ausarbeitung	4
5.1 Versuchsspezifisch	4
5.2 Allgemein	4
Literatur	6

1 Einführung

Die Oberflächenspannung ist neben Dichte und Viskosität die dritte wesentliche Eigenschaft von Flüssigkeiten. Die Oberflächenspannung beruht auf der gegenseitigen Anziehung der Moleküle. Innerhalb einer Flüssigkeit kompensieren sich die Anziehungskräfte infolge der allseitig gleichen Beeinflussung. An der Oberfläche hingegen werden attraktive Kräfte auf der Volumenseite durch die angrenzende Gasphase praktisch nicht erwidert, so dass eine senkrecht zur Oberfläche und zum Volumen hin gerichtete Kraft resultiert. Deshalb neigen Flüssigkeiten dazu, eine möglichst kleine Anzahl von Molekülen an der Oberfläche zu haben. Dies stellt eine Minimierung der Oberfläche dar, d.h. sie bilden bevorzugt eine Kugel. Diese Oberflächenspannung soll in diesem Versuch mit zwei *unterschiedliche* Methoden ermittelt werden: die *du Noüy*-Methode und die *Blasendruck*-Methode.

2 Stichpunkte zur Versuchsvorbereitung

2.1 Theorie

- Zwischenmolekulare Kräfte und molekulare Modelle von Flüssigkeiten [BS08, Dem15]
- Spezifische Oberflächenenergie und Oberflächenspannung [BS08]
- Randwinkel und Benetzung [BS08]
- Änderung der Oberflächenspannung bei Lösungen [BS08]
- Normaldruck bzw. Krümmungsdruck (Young-Laplace-Druck mit Herleitung) [Dem15]
- Methoden zur Bestimmung der Oberflächenspannung (hier speziell die Abreiß- und die Blasendruckmethode) [Wal06]
- Weitere Literatur: [Mes06]

2.2 Beispiele aus Natur und Alltag

- Blasenbildung, Schaumbildung
- Be-/Entnetzung: Flotation (Trennung von feinkörnigen Metallen)
- Ostwald-Reifung
- Superfluidität (He)
- Tenside, kolloidale Lösungen, Mizellen
- Kapillarelektrometer

3 Versuchsdurchführung

3.1 Abreibmethode

Vor Beginn der Messung sind Gefäße und Aluring gründlich zu reinigen, erst unter laufendem Wasser und dann mit demineralisiertem Wasser. Nach jedem Flüssigkeitswechsel ist der Aluring zu reinigen. Die verschiedenen Konzentrationen erhält man dadurch, dass jeweils die Hälfte der Lösung weggeschüttet und mit demineralisiertem Wasser wieder aufgefüllt wird!

1. Führen Sie jeweils 5 Messungen für demineralisiertes Wasser (400 ml) und für eine Tensidlösung in 6 verschiedenen Konzentrationen (8 – 4 – 2 – 1 – 0,5 – 0,25 mmol/l) durch. Messen Sie für jede Konzentration fünf Mal die Maximalkraft. Bestimmen Sie auch das Molekulargewicht des Tensides und messen Sie die Menge der ersten Zugabe. Beachten Sie die Kalibrierung der Kraftmessung.
2. Messen Sie zudem die Temperatur der Flüssigkeit und den Durchmesser des Rings.
3. Abschließend lege man die Messgenauigkeit fest.

3.2 Blasendruck-Methode

3.2.1 Kalibrierung des Drucksensors

Die Kapillare ist frei wählbar, jedoch empfiehlt es sich eine der beiden dünneren zu nehmen. Um eine sinnvoll auswertbare Messreihe zu erhalten, sollten fünf verschiedene Eintauchtiefen (4 – 5 mm Differenz) in demineralisiertem Wasser aufgezeichnet werden. Zu bestimmen sind die Minima des Druckverlaufs im Oszillogramm, welche der planar abgeschlossenen Kapillare entsprechen. Beachten Sie hierzu, dass Sie den gesamten Bereich der Mikrometerschraube durchfahren müssen. Für die Auswertung benötigen Sie die Formel für den Schweredruck des Wassers und damit die Dichte des demineralisierten Wassers bei Raumtemperatur und die Erdbeschleunigung in Ulm. Schätzen Sie den Fehler Ihrer Messung und des Radius ab. Notieren Sie sich auch die Hersteller-Angabe zur Empfindlichkeit des Sensors.

3.2.2 Bestimmung der Oberflächenspannung von demineralisiertem Wasser

Bestimmen Sie nun für eine gegebene Eintauchtiefe die Differenz zwischen den Extrema im Oszillogramm. Dies wiederholen Sie für zwei weitere Kapillaren mit unterschiedlichem Radius.

3.2.3 Bestimmung der Oberflächenspannung einer Kochsalzlösung

Wiederholen Sie den Versuch aus Abschnitt 3.2.2 mit einer Kochsalzlösung (ca. 1,5 g/100 ml). Bestimmen Sie das Molekulargewicht des Salzes und die Menge der ersten Zugabe. Überprüfen Sie abschließend, ob Sie mithilfe des Tiefendrucks die veränderte Dichte der Lösung bestimmen können.

3.3 Häufige Fehler

- Unbedingt vermeiden, dass Flüssigkeit in den Differenzdrucksensor gerät

4 Versuchszubehör

- 1 Aluminiumring mit Schneide
- Stativmaterial und Hebebühne
- 1 Federwaage 10p
- Glasschalen, Büretten
- SDS, Kochsalz
- 1 Oszilloskop
- 1 elektronischer Differenzdrucksensor
- 1 Vorrichtung zur Erzeugung von Volumenstrom

5 Hinweise zur Ausarbeitung

5.1 Versuchsspezifisch

- *Bestimmung der Oberflächenspannung nach der Abreißmethode:*
 - Bestimmung der Oberflächenspannung aller Flüssigkeiten mit Größtfehler.
 - Diagramm: x mmol/l Tensidlösung (Oberflächenspannung / (N/m)).
Man beachte: Demineralisiertes Wasser entspricht 0 mmol/l!
 - Vergleich mit theoretischen Erwartungen bzw. Theoriewerten.
 - Fehlerdiskussion.
- *Bestimmung der Oberflächenspannung nach der Blasendruckmethode:*
 - Messwerte in tabellarischer Form.
 - Diagramm: Eintauchtiefe / m (Druck / Skalenteilen).
 - Auswertung → Oberflächenspannung mit Größtfehler.
 - Selbiges für die Kochsalzlösung.
 - Vergleich mit theoretischen Erwartungen bzw. Theoriewerten.
 - Fehlerdiskussion.

5.2 Allgemein

- Kopie des Laborbuchs anhängen
- Fehlerbalken in den Schaubildern

- Fehler des Mittelwerts richtig berechnen und Ergebnisse richtig runden (siehe Anleitung Limmer und/oder Folien zu unserem Statistik-Workshop)
- Gute Skizzen und Abbildungen verwendet (z.B. deutsche Beschriftung, Skizzen entsprechen den Erläuterungen, ...); Skizzen dürfen gerne selbst angefertigt werden
- Vergleich mit Literaturwerten
- Diskussion und/oder Wertung der Ergebnisse

Literatur

- [BS08] BERGMANN, Ludwig ; SCHAEFER, Clemens: *Lehrbuch der Experimentalphysik*. Bd. 1: *Mechanik - Akustik - Wärme*. 12. Auflage. Berlin, New York : Walter de Gruyter Verlag, 2008
- [Dem15] DEMTRÖDER, Wolfgang: *Experimentalphysik 1: Mechanik und Wärme*. 7. Auflage. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 2015
- [Mes06] MESCHEDE, Dieter: *Gerthsen Physik*. 23. Auflage. Berlin, Heidelberg : Springer Verlag, 2006
- [Wal06] WALCHER, Wilhelm: *Praktikum der Physik*. 9. Auflage. Wiesbaden : Teubner Verlag, 2006