



Versuchsanleitung

Oberflächenspannung II

Nummer: 08b
Kompiliert am: 29. März 2023
Letzte Änderung: 29.03.2023
Beschreibung: Bestimmung der Oberflächenspannung verschiedener Flüssigkeiten mittels der Blasendruckmethode.
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 Blasendruck-Methode	3
3.1.1 Kalibrierung des Drucksensors	3
3.1.2 Bestimmung der Oberflächenspannung von demineralisiertem Wasser	3
3.1.3 Bestimmung der Oberflächenspannung einer Kochsalzlösung	3
3.2 Häufige Fehler	3
4 Versuchszubehör	3
5 Hinweise zur Ausarbeitung	4
5.1 Versuchsspezifisch	4
5.2 Allgemein	4
Literatur	5

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.

In diesem Versuch soll die Oberflächenspannung mithilfe der *Blasendruck*-Methode ermittelt werden, wobei die Young-Laplace-Gleichung zur Anwendung kommt:

$$\Delta p = \frac{2\gamma}{r}$$

(Druckerhöhung Δp in Blase mit Radius r in einer Flüssigkeit mit Oberflächenspannung γ).

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 Blasendruck-Methode

3.1.1 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 auch die Hersteller-Angabe zur Empfindlichkeit des Sensors.

3.1.2 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. Überlegen Sie sich, wie Sie am besten das Oszilloskop (Cursor benutzen) ab-/auslesen und dabei den Fehler minimieren.

3.1.3 Bestimmung der Oberflächenspannung einer Kochsalzlösung

Wiederholen Sie den Versuch aus Abschnitt 3.1.2 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.

3.2 Häufige Fehler

- Unbedingt vermeiden, dass Flüssigkeit in den Differenzdrucksensor gerät

4 Versuchszubehör

- Glasschalen, Büretten
- Kochsalz
- 1 Oszilloskop
- 1 elektronischer Differenzdrucksensor
- 1 Vorrichtung zur Erzeugung von Volumenstrom

5 Hinweise zur Ausarbeitung

5.1 Versuchsspezifisch

- *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. theoretischen Werten.
 - 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