

# Brechzahl-Messung

mit Michelson-Interferometer



# O - 109

Optik

Folie  Dia  Film  Video  PC-Programm  Sonstiges Anz. Blätter: 1 Datum: 26.06.98

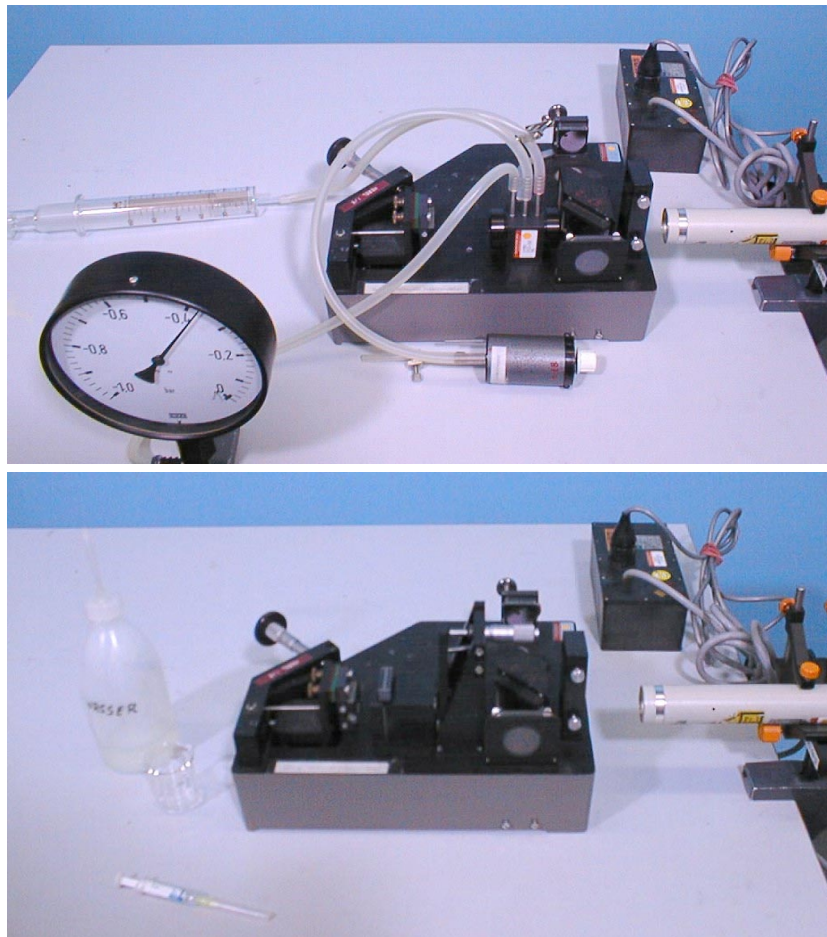
Karte nur zur Benutzung in den Räumen der Universität Ulm, Vorlesungssammlung Physik Bearbeiter: Dollhopf W.

Stichworte: Brechzahl von Gasen und Flüssigkeiten (gemessen mit Interferometer); Michelson-Interferometer: Brechzahl von Gasen und Flüssigkeiten; Interferometer: Brechzahl von Gasen und Flüssigkeiten

Zweck: Eine Küvette befindet sich in einem Arm eines Michelson-Interferometers. Bei Gasen wird durch Verändern des Drucks in der Küvette die optische Weglänge verändert, bei Flüssigkeiten durch Änderung der Schichtdicke. Daraus lässt sich der Brechungsindex des Gases bzw. der Flüssigkeit berechnen.

Zubehör: Michelson-Interferometer {97-2}  
Laser {71-3}  
Für Gase (meist Luft):  
Gasküvette dazu {97-2}  
Manometer 1 bar bis 0 bar {19-2}, Schlauch {5-6}  
Nadelventil {87-4}, Schlauch {5-6}  
Gasspritze {35-3}, Schlauch {5-6}, Schlauchklemme {5-9}  
oder anstatt der Gasspritze eine Vakuumpumpe

Bild:



Für Flüssigkeiten (meist Wasser):

Flüssigkeitsküvette {97-2}

Spritze (2 ml) mit Nadel zum Füllen der Küvette {97-2}

### Aufbau und

### Durchführung:

### Gase (Luft):

Küvette auf dem Interferometer an der vorgesehenen Stelle montieren. Einen Gasanschluß an das Manometer anschließen, den zweiten an die Gasspritze oder die Vakuumpumpe, den dritten an das Nadelventil. Interferometer so justieren, daß einige Ringe sichtbar sind.

Druck in der Zelle mit der Gasspritze auf 0,5 bar verringern. Schlauch zur Gasspritze mit einer Schlauchklemme verschließen.

Nadelventil langsam öffnen und die Anzahl  $N$  der durchlaufenden Ringe zählen.

### Flüssigkeiten (Wasser):

2 ml Wasser in die Spritze aufziehen und davon ca. 1 ml in die Küvette durch das kleine Loch auf der Oberseite einfüllen. Dann erst die Küvette in das Interferometer einbauen.

Mikrometerschraube auf 0 stellen. Nun diese Schraube langsam in Richtung größerer Werte drehen und dabei die Anzahl  $N$  der durchlaufenden Ringe zählen. Nach einer frei wählbaren Anzahl (z.B.  $N = 50$ ) die Mikrometerschraube ablesen. Die Küvette hat sich wegen der Hebelübersetzung 1:10 um den 10ten Teil des abgelesenen Wertes verlängert.

### Auswertung:

Die Änderung des optischen Wegs (= Anzahl der gezählten Streifen \* Wellenlänge im Vakuum) ist gleich der Differenz der optischen Wege vorher und nachher.

Für die Luftküvette der Länge  $L$  (vorher Luft mit Brechzahl  $n$ , nachher Vakuum oder umgekehrt):

$$N \cdot \lambda_{\text{Vakuum}} = 2L \cdot n_{\text{Luft}} - 2L \cdot 1$$

Für die Wasserküvette, deren Länge sich um  $\Delta L$  ändert (dabei wird Wasser durch Luft ersetzt oder umgekehrt):

$$N \cdot \lambda_{\text{Vakuum}} = 2\Delta L \cdot n_{\text{Wasser}} - 2\Delta L \cdot n_{\text{Luft}}$$

### Meßbeispiel (Luft):

Bei Druckänderung von 0,5 auf 1 bar (mit der Gasspritze) mißt man 21 Ringe und bei Druckänderung von 0 auf 1 bar (mit der Vakuumpumpe abgesaugt) sind es 42 Ringe.

Die Länge  $L$  der Küvette beträgt 5 cm. Gemessen wurde  $N = 42$ .

$$n_{\text{Luft}} = 1 + N \cdot \lambda_{\text{Vakuum}} / L = 1 + 42 \cdot 0,633 \mu\text{m} / 100000 = 1,000266$$

### Meßbeispiel (Wasser):

Bei einer Verschiebung der Küvettenwand um  $\Delta L = 46 \mu\text{m}$  (Anzeige der Mikrometerschraube 0,46 mm) wurden  $N = 50$  Streifen gezählt ( $n_{\text{Luft}} \approx 1$ ).

$$n_{\text{Wasser}} = 1 + N \cdot \lambda_{\text{Vakuum}} / 2\Delta L = 1 + 50 \cdot 0,633 \mu\text{m} / 2 \cdot 46 \mu\text{m} = 1,34$$

### Literatur:

Kohlrausch F., Praktische Physik, 23. Auflage, 1986, Bd. 3, S. 111, 112

Für **Luft** bei 15 °C, 1013 hPa, 0,03% CO<sub>2</sub>, 0 mbar Wasserdampf ist  $n = 1,0002765$ .

Korrekturen: -0,000 001 071/°C, + 0,000 000 269/hPa Luftdruck;  
-0,000 000 039/hPa Wasserdampfdruck

Für **Wasser** bei 20 °C und 1013 hPa ist  $n = 1,3315$ .