

## 1.2a Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten mit der Mohrschen Waage

**Hinweis:** Sofern nichts anderes vorgegeben wurde, sind die Versuche 1.2a und 1.2b an einem Versuchstag durchzuführen.

### 1 Theoretische Grundlagen

Vergleicht man die Dichte zweier Flüssigkeiten miteinander, so ist nach dem Prinzip von Archimedes das Verhältnis der Auftriebskräfte eines Körpers in den beiden Flüssigkeiten:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$$

Wählt man als eine der beiden Flüssigkeiten destilliertes Wasser (für die Durchführung des Versuches Leitungswasser), so ist die unbekannte Dichte der anderen Flüssigkeit:

$$\rho_1 = \frac{F_1}{F_{\text{Wasser}}} \cdot \rho_{\text{Wasser}}$$

Bezeichnet man den Auftrieb  $F_{\text{Wasser}}$  eines beliebigen Körpers in destilliertem Wasser als eine Auftriebseinheit (1 AE), so ist die Dichte der zu untersuchenden Flüssigkeit sovielfach größer als  $1 \text{ g/cm}^3$ , wie  $F_1$  größer als 1 AE ist:

$$\rho_1 = \frac{F_1}{1 \text{ AE}} \cdot \rho_{\text{Wasser}}$$

Bei der Mohrschen Waage wird der Auftrieb  $F_1$  des Senkkörpers S in der zu untersuchenden Flüssigkeit mit seinem Auftrieb  $F_{\text{Wasser}}$  in Wasser verglichen.

### 2 Aufgabenstellung

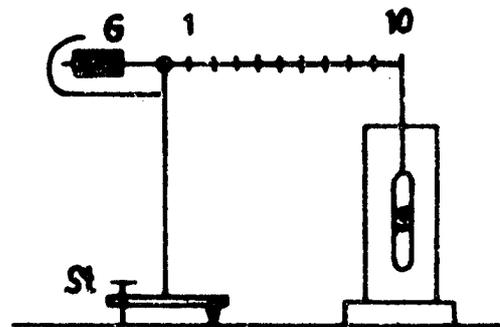
Mit Hilfe der Mohrschen Waage ist die Dichte von Methanol und einer Kochsalzlösung zu bestimmen.

### 3 Erforderliche Geräte und Material

- 1 Mohrsche Waage
- 1 Thermometer
- 3 Meßzylinder

### 4 Versuchsdurchführung

Am Ende (Stellung 10) des rechten Waagebalkens, der in 10 gleiche Teile unterteilt ist, hängt an einem dünnen Draht der mit einem Thermometer versehene Senkkörper S. Beim Eintauchen des Senkkörpers in destilliertes Wasser wird die Auftriebskraft  $F_{\text{Wasser}}$  durch Anhängen des größten Rei-



ters am Teilstrich 10 gerade aufgehoben. Die Nulleinstellung kann mittels der Stellschraube St am Fuß des Stativs der Waage vorgenommen werden.

Wird der Senkkörper in die zu untersuchende Flüssigkeit eingetaucht, so wird der Auftrieb  $F_1$  durch Anhängen der Reiter an die entsprechenden Teilstriche kompensiert. Die Stellungen der Reiter, von denen jeder kleinere  $1/10$  der Masse des nächstgrößeren hat, ergeben nach dem Hebelgesetz unmittelbar die Dezimalen (Kontrolle mit Momentengleichung). Für Flüssigkeiten mit  $\rho_1 > \rho_{\text{Wasser}}$  muss der eine der beiden größten Reiter stets am Teilstrich 10 hängen.

#### 4.1 Nulleinstellung der Waage

Der Senkkörper wird in destilliertes Wasser getaucht, wobei sich der größte Reiter in Stellung 10 am Waagebalken befindet. Pendelt die Waage nicht in die Nullstellung ein, so wird sie mittels der Stellschraube St justiert (Einstellung 1 AE).

#### 4.2 Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten

Der gereinigte und getrocknete Senkkörper wird in die zu untersuchende Flüssigkeit getaucht und die Waage mit Hilfe der Reitergewichte wieder ins Gleichgewicht gebracht (Ermittlung von  $F_1$ ). Für jede Messung ist die Temperatur anzugeben.

### 5 Hinweise zur Auswertung

$$\rho_1 = \frac{F_1}{1\text{AE}} \cdot \rho_{\text{Wasser}}$$

Die Dichte  $\rho_{\text{Wasser}}$  ergibt sich aus nachstehender Tabelle.

$\vartheta$ °C	$\rho_{\text{Wasser}}$ g / cm <sup>3</sup>
16	0,9989
17	0,9988
18	0,9986
19	0,9984
20	0,9982
21	0,9980
22	0,9977
23	0,9975

## 1.2b Bestimmung der Dichte von Flüssigkeiten mit der Steighöhenmethode

**Hinweis:** Sofern nichts anderes vorgegeben wurde, sind die Versuche 1.2a und 1.2b an einem Versuchstag durchzuführen.

### 1 Theoretische Grundlagen

In einer Flüssigkeit der Dichte  $\rho$  herrscht in der Tiefe  $h$  unter der Oberfläche der hydrostatische Druck  $p = \rho \cdot g \cdot h$ . Dieser hängt merkwürdigerweise nicht von der Form des Gefäßes ab. (Hydrostatisches Paradoxon – Man veranschauliche sich dies!) Außerdem hat er in der gegebenen Tiefe in allen Richtungen stets den gleichen Betrag (hydraulisches Prinzip).

Diese Tatsachen benutzt man zum Vergleich der Dichte  $\rho_2$  einer unbekanntenen Flüssigkeit mit der Dichte  $\rho_1$  einer bekannten Flüssigkeit (siehe abgebildeten Versuchsaufbau).

Die beiden Schenkel eines U-Rohrs taucht man in zwei Meßzylinder, von denen einer die bekannte, der andere die unbekanntene Flüssigkeit enthält. Dann saugt man mit Hilfe des oben angebrachten Schlauches etwas Luft aus dem U-Rohr und sperrt mit dem Quetschhahn ab. Im U-Rohr herrscht jetzt der Innendruck  $p_i$ , auf die Flüssigkeitsoberflächen wirkt der äußere Luftdruck  $p_a$ .

Die in beiden U-Rohr-Schenkeln entstandenen Flüssigkeitssäulen sind jeweils der Druckdifferenz zwischen außen und innen gleich. Es gilt also:

$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 = p_a - p_i$$

Also ist:

$$\rho_1 \cdot g \cdot h_1 = \rho_2 \cdot g \cdot h_2 \quad \text{bzw.} \quad \rho_1 \cdot h_1 = \rho_2 \cdot h_2$$

und damit:

$$\rho_2 = \frac{h_1}{h_2} \cdot \rho_1$$

$\rho_1$  ist bekannt,  $h_1$  und  $h_2$  werden mit Hilfe von Meßplatten gemessen.

### 2 Aufgabenstellung

Zu bestimmen ist die Dichte von Methanol und einer Kochsalzlösung mit Hilfe der Steighöhenmethode.

bitte wenden!

### 3 Erforderliche Geräte und Material

- 3 Messzylinder
- 1 U-Rohr mit Schlauch und Quetschhahn
- 2 Meßplatten

### 4 Versuchsdurchführung

Für jede Flüssigkeit werden jeweils zwei Messreihen mit je 10 Messwerten aufgenommen, wobei die erste Messreihe im oberen Drittel der Schenkel, die zweite im unteren Drittel durchgeführt wird.

Aus den 10 Messwerten ist der Mittelwert, der mittlere Fehler des Einzelwertes und der mittlere Fehler des Mittels zu bestimmen.

Man vergleiche die erzielten Messfehler miteinander und mit denen der Mohrschen Waage.

Systematische Fehler (z. B. Kapillarität) sind zahlenmäßig zu erfassen.

