

Bestimmung von Dichten

Einleitung

Die Dichte ρ (sprich 'rho') ist eine wichtige physikalische Grösse zur Unterscheidung von Stoffen:

$$\text{Dichte} = \text{Masse} / \text{Volumen} \Leftrightarrow \rho = m / V$$

Übliche Einheit: [g/cm³] bei Feststoffen und Gasen
[g/ml] bei Flüssigkeiten

In diesem Praktikum lernst du Methoden kennen zur Bestimmung der Dichten von gasförmigen, flüssigen und festen Stoffen:

- flüssige Stoffe mit Messzylinder (vgl. auch GF-CP 1+2, 3. Klasse)
- flüssige Stoffe mit Aräometer
- feste Stoffe mittels Wägung und Berechnung des Volumens aus den Dimensionen (vgl. auch GF-CP)
- feste Stoffe nach der Methode von Archimedes
- gasförmige Stoffe mittels Evakuierung

Lernziel: • Du kannst für einen gegebenen Stoff respektive Gegenstand beschreiben, wie man dessen Dichte experimentell ermitteln respektive berechnen kann.

Es sind 5 Experimente durchzuführen. Die Reihenfolge ist beliebig. Nr. 3 und Nr. 4 sind am Arbeitsplatz durchzuführen. Für Nr. 1 und Nr. 2 sind je ein Posten, für Nr. 5 zwei Posten eingerichtet. Du brauchst den Taschenrechner und ein Massstab/Geodreieck aus deinem persönlichen Material.

Versuch 1 Flüssige Stoffe mit Messzylinder (Posten 1 bei vorderstem Abzug)

Geräte / Material

- 2 Glas-Messzylinder (10 ml), angeschriebenen, in Kunststoffwanne
- 2 Pastetten (1 ml), angeschrieben
- Waage (0.00 g), zusätzlich in Abzug

Chemikalien

- Kochsalzlösung (gesättigt)
- Benzin

Vorgehen

- (1) Bestimme die Masse des leeren Messzylinders.
- (2) Fülle mit der entsprechend angeschriebenen Pastette die zu messende Flüssigkeit **nicht ganz** bis zur 10 ml-Marke des zugehörigen Messzylinders (angeschrieben!) ein.
- (3) Lies das Volumen unter Beachtung des Meniskus (nicht plane Oberfläche; vgl. GF-CP 1+2) möglichst genau ab und wäge erneut. Notiere die Masse und das Volumen in die untenstehende Tabelle.
- (4) Nach Beendigung des Experimentes Flüssigkeit in zugehörige Flasche zurückgiessen!

Auswertung

Substanz	Masse m_1 (Messzylinder leer)	Volumen V (eingefüllte Flüssigkeit)	Masse m_2 (Messzylinder gefüllt)	Massen- differenz Δm	Dichte ρ
gesättigte Kochsalzlösung					
Benzin					

Versuch 2 Flüssige Stoffe mit Aräometer (Posten 2 bei mittlerem Abzug)

Geräte / Material

- 2 Standzylinder (100 ml), nicht graduiert
- 1 Tabelle mit Dichtewerten
- 3 Aräometer (0.6–0.8 g/ml, 0.8–1.0 g/ml, 1.0–1.2 g/ml)
- Haushaltspapier

Chemikalien

- Kochsalzlösung (gesättigt)
- Benzin

Vorgehen

- (1) Die zu bestimmenden Flüssigkeiten werden in den Standzylinder abgefüllt (oder stehen bereit).
- (2) Die geeignete Messspindel (Aräometer!) wird langsam in die Flüssigkeit getaucht (nicht fallen lassen!), bis die Spindel schwimmt.
Beginne jeweils mit dem mittleren Aräometer (0.80–1.00 g/ml). Falls das Aräometer nicht schwimmt oder die Skala sich nicht in der Flüssigkeit befindet, ist das nächste Aräometer zu nehmen.
- (3) Nun wird der Wert abgelesen. Das geht wie folgt:
Merke dir dazu den Strich der Skala auf dem Aräometer, über dem sich die Flüssigkeitsoberfläche befindet (d. h. man schaut leicht von unten durch die Flüssigkeit auf die Skala).
Aräometer herausnehmen und Teilung (Skala) der Messspindel studieren – d. h. überlegen, welcher Dichtezunahme das Intervall von einem Teilstrich zum nächsten entspricht. Notiere den abgelesenen Wert in der untenstehenden Tabelle (die Einheit ist g/ml).
- (4) Reinige/trockne die Spindel mit Haushaltspapier.

Auswertung

Substanz	Dichte gemäss Spindel (= 100%)	Abweichung [%] des Messwerts Versuch 1	Dichte gem. Tabelle
gesättigte Kochsalzlösung			
Benzin			

Versuch 3 Feste Stoffe durch Ausmessen (am eigenen Arbeitsplatz)

Geräte / Material

- Schieblehre (zentral), Massstab
- Tabelle mit Dichten
- Waage (0.00 g)

Chemikalien

- Aluminiumrohr, rund

Vorgehen

- (1) Mit Hilfe eines Massstabes oder Schieblehre den betreffenden Gegenstand möglichst genau ausmessen. Genauigkeit: mindestens auf 0.5 mm genau. Nun das Volumen berechnen.
- (2) Den Gegenstand wägen. Übertrage die Masse und das Volumen in die untenstehende Tabelle.

Auswertung

Material	Volumen V	Masse m	Dichte ρ berechnet	Dichte ρ gemäss Tabelle (= 100%)	Abweichung in % vom Tabellenwert
Aluminiumrohr					

Versuch 4 Feste Stoffe nach Archimedes (am eigenen Arbeitsplatz)

Geräte / Material

- Becherglas (250 ml)
- Faden, zentral
- Waage (0.00 g)

Chemikalien

- Steine (verschiedene)
- Leitungswasser

Prinzip

Die Methode beruht auf folgender Beobachtung: Wird ein Gegenstand beliebiger Form in ein mit Wasser teilweise gefülltes Gefäß vollständig eingetaucht, so steigt der Wasserspiegel an. D.h. mit anderen Worten, das Volumen der Flüssigkeit nimmt zu. Die Volumenzunahme beträgt nun genau so viel wie das Volumen des eingetauchten Gegenstandes.

Weist das Gefäß eine Graduierung (Skala) auf, kann man die Volumenzunahme direkt ablesen (vgl. GF-CP 1+2). Diese Methode ist relativ ungenau und funktioniert nicht in einem Gefäß ohne Graduierung.

Die Volumenzunahme lässt sich aber auch auf der Waage als Massenzunahme feststellen. Da es sich bei der verwendeten Flüssigkeit um Wasser (Dichte = 1 g/ml = 1 g/cm³) handelt, ergibt sich aus der Massenzunahme in Gramm eine entsprechende Volumenzunahme in cm³ bzw. ml (= Archimedes-Prinzip). Beispiel: Zeigt ein Körper beim Eintauchen in Wasser eine Massenzunahme von 7 g an, so hat der Körper ein Volumen von 7 cm³.

Vorgehen

- (1) Stelle ein 250 ml-Becherglas gefüllt mit ca. 150 ml Leitungswasser auf die Waage und tariere auf 0.00 g.
- (2) Lege nun den zu messenden Gegenstand neben das Becherglas auf die Waage und bestimme so seine Masse.
- (3) Nimm den Gegenstand wieder von der Waage und befestige ihn sicher an einem dünnen Faden. Nun tauche den so befestigten Gegenstand (mit der Hand gehalten) *vollständig* in die Flüssigkeit ein. Dabei darf der Gegenstand weder Boden noch Seitenwand des Glases berühren. Die nun abgelesene Masse in g entspricht dem Volumen in cm³.

Bestimme auf diese Weise die Dichte des deiner Gruppe zugeteilten Steines!

Auswertung

Gegenstand	Masse <i>m</i> (Gegenstand alleine)	Massenzunahme in Gramm = Volumen <i>V</i> des Körpers in cm ³	Dichte ρ
Stein			

Versuch 5 Dichtebestimmung von Gasen (2 ident. Posten 5 bei hinterst. Abzug)

Geräte / Material (für 2 identische Posten)

- 3 Rundkolben mit Hahn (250 ml),
 davon 1 Ersatz
- 2 Plastikspritzen (100 ml)
- 2 Waagen (0.00 g)
- 2 Tabellen mit Dichten
- 2 Verbindungsschlauchstücke
(Silikon)
- 2 Wasserstrahl-
pumpen, installiert

Chemikalien

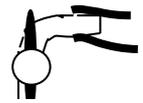
- Kohlendioxid-Gas, zentral

Prinzip

Ein 250 ml-Rundkolben wird mit einer Wasserstrahlpumpe evakuiert (leer gepumpt). Der nahezu luftleere Kolben wird gewogen. Dann lässt man aus einer 100 ml-Plastikspritze 100 ml des zu messenden Gases einströmen und bestimmt die Massenzunahme. Mit diesem Vorgehen eliminiert man den Auftrieb des Glaskolbens.

Vorgehen

- (1) Öffne den Hahn am Rundkolben (→ senkrechte Position). Verbinde ihn mit dem Gummischlauch der Wasserstrahlpumpe.
- (2) Öffne den Wasserhahn und warte, bis das Sauggeräusch gleichmässig wird (ca. 3 Min.).
Nun den Hahn schliessen (waagrechte Position).
- (3) Schlauch abziehen. **Wasserhahn erst jetzt schliessen!**
- (4) Evakuierten Kolben auf Waage legen und auf 0.00 g tarieren.
- (5) Plastikspritze mit 100 ml Luft füllen.
- (6) Glaskolben von der Waage nehmen und mit Plastikspritze verbinden, Hahn öffnen (→ Spritzeninhalt wird eingesaugt).
- (7) Hahn wieder schliessen! Spritze entfernen und Kolben wägen. Die Anzeige gibt nun die Masse des Gases wieder (→ Tabelle, unten). Berechne nun die Dichte von Luft!
- (8) Bestimme auf dieselbe Weise die Dichte von Kohlendioxid-Gas.



Stellung des geöffneten Hahnes

Auswertung

Gas	Masse 100 ml Gas (Massenzunahme)	Dichte berechnet [g/Liter]	Dichte Tabelle [g/Liter] (= 100%)	Abweichung in % vom Tabellenwert
Luft				
Kohlendioxid				

Aufgaben

- (1) Ein zylindrisches Stück Holz taucht – ins Wasser gelegt – genau zu 3/4 der Zylinderhöhe im Wasser ein.
Welches ist seine Dichte? Begründe dein Resultat!
- (2) Dasselbe Holzstück wird in eine Flüssigkeit unbekannter Dichte gelegt. Nun taucht es lediglich bis zur Hälfte der Zylinderhöhe ein.
Welches ist die Dichte der Flüssigkeit?
- (3) Ein Goldring weist eine Dichte von 18 g/cm^3 auf.
Berechne den Goldgehalt in %.
Hinweis: Bei Goldschmuck handelt es sich kaum jemals um reines Gold, sondern um eine Legierung aus Gold und Eisen (Weissgold). ρ (Gold) = 19.3 g/cm^3 ; ρ (Silber) = 10.5 g/cm^3 .