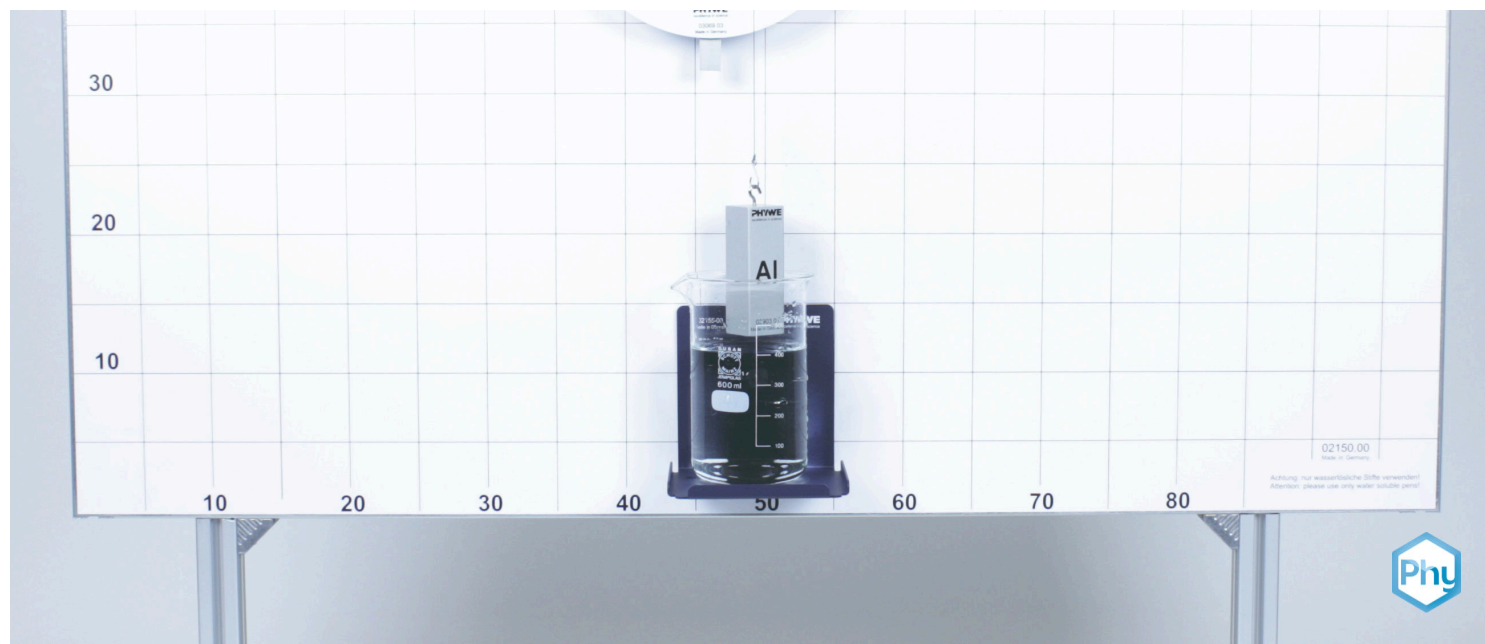


Dichtebestimmung durch Messung des Auftriebs



P1297300

Physik

Mechanik

Mechanik der Flüssigkeiten & Gase



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

This content can also be found online at:

<http://localhost:1337/c/641d92a3d017e90002637065>

PHYWE

Allgemeine Informationen



Anwendung (1/2)

PHYWE

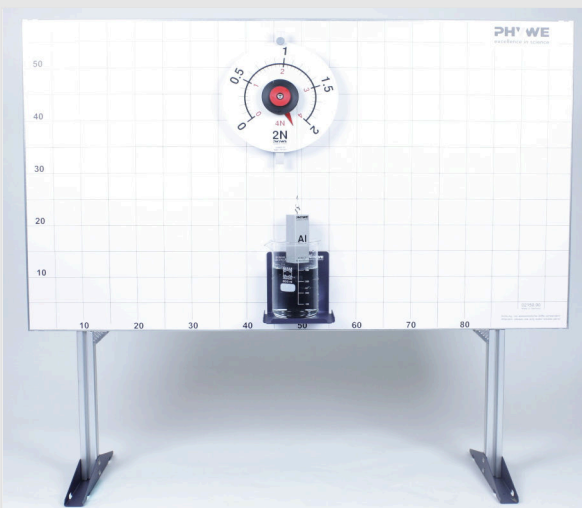


Abb. 1: Versuchsaufbau

Nach dem Archimedischem Prinzip kann Dichte fester und flüssiger Stoffe durch den Auftriebs bestimmt.

Dieses Prinzip wird z.B. bei einem Aräometer genutzt. Das Aräometer ist ein Messgerät zur Bestimmung der Dichte oder des spezifischen Gewichts von Flüssigkeiten. Das basiert auf Archimedischem Prinzip: ein Körper taucht so weit in eine Flüssigkeit ein, bis die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit der Gewichtskraft des eingetauchten Körpers entspricht.

Anwendung (2/2)

PHYWE

Daraus ergeben sich zwei Konsequenzen:

1. Je kleiner die Dichte der Flüssigkeit, desto weiter taucht ein Körper gleichen Gewichts in diese ein. (Skalenaräometer)
2. Soll ein Körper in Flüssigkeiten verschiedener Dichte oder verschiedener spezifischer Gewichte bis zu einem bestimmten Punkt einsinken, so muss man sein Gewicht so weit künstlich vergrößern, wie die Dichte zunimmt. (Gewichtsaräometer)

Sonstige Informationen (1/2)

PHYWE

Vorwissen



Die Schüler sollten die Vorkenntnisse über "Archimedisches Prinzip" und Auftriebskraft haben.

Prinzip



Es soll gezeigt werden, wie man nach Archimedischem Prinzip die Dichte fester und flüssiger Stoffe über die Messung des Auftriebs bestimmen kann.

Sonstige Informationen (2/2)

PHYWE

Lernziel



Die Schüler sollten bei diesem Experiment die Dichtebestimmung durch Messung des Auftriebs lernen und ein tieferes Verständnis über das Archimedisches Prinzip haben.

Aufgaben



Die Schüler sollten die Dichte fester und flüssiger Stoffe durch Messung des Auftriebs bestimmen. Zusätzlich können Sie nach erhaltene Dichte (ρ) den Stoffe ermitteln.

Sicherheitshinweise

PHYWE



Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Theorie (1/2)

PHYWE

Die Dichte einer homogenen Substanz ist durch das Verhältnis ihrer Masse m und ihres Volumens V definiert:

$$\rho = m/V$$

Bevor wir die Dicht (ρ) bestimmen, sollten wir ihrer Masse (m) und ihres Volumens (V) wissen.

Theorie (1/2)

PHYWE

1. Versuch: Dichtebestimmung fester Stoffe

Die Masse (m) kann durch die Auftriebskraft wissen. Wenn ein Körper schwimmt, wirkt einerseits die Gewichtskraft (F_G), welche ihn nach unten zieht, und andererseits die nach oben gerichtete Auftriebskraft (F_A). Das heißt, dass der Körper taucht nur soweit in die Flüssigkeit ein, bis sich beide Kräfte kompensieren.

somit gilt:

$$F_A = F_G \rightarrow \rho_{F_l} \cdot A \cdot h \cdot g = m \cdot g$$

Das Volumen kann man durch die Masse des verdrängten Wassers feststellen.

Theorie (2/2)

PHYWE

2. Versuch: Dichtebestimmung flüssiger Stoffe

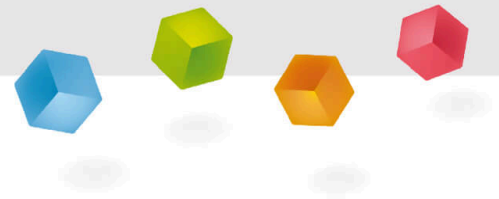
Das Volumen (V) ist bekannt. Und die Masse (m) kann durch die Auftriebskraft bestimmt werden, weil nach dem Archimedischem Prinzip ein Körper eine nach oben gerichtete Kraft erfährt, die gleich dem Gewicht dem von ihm verdrängten Fluid ist, wenn er ganz oder teilweise in ein Fluid eingetaucht wird.

Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	PHYWE Hafttafel mit Gestell, Demo Physik	02150-00	1
2	Torsionskraftmesser, 2 N/4 N	03069-03	1
3	Stellfläche, magnethaftend	02155-00	1
4	Tauchkörper, Aluminium	03903-01	1
5	Becherglas, Boro, hohe Form, 600 ml	46029-00	1
6	Glycerin, 250 ml	30084-25	2
7	Schraubzwinge	02014-01	2

PHYWE

Aufbau und Durchführung



Aufbau und Durchführung (1/2)

PHYWE

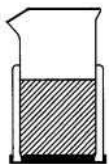
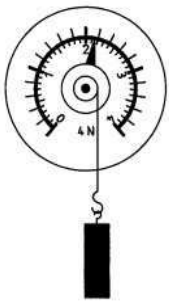


Abb. 2

1. Versuch

- Setze den Torsionskraftmesser am oberen Rand der Demo-Tafel auf.
- Hänge den Tauchkörper an und messe und notiere seine Gewichtskraft in Luft ($F_{G,L}$).
- Platziere die Stellfläche unterhalb des Tauchkörpers am unteren Rand der Tafel und stelle das Becherglas mit etwa 400 ml Wasser darauf ab (Abb. 2).
- Senke den Kraftmesser mit Tauchkörper ab, bis dieser völlig in das Wasser eingetaucht ist.
- Messe die Kraft $F_{G,W}$, mit der der Tauchkörper nun am Kraftmesser zieht und notiere $F_{G,W}$.

Aufbau und Durchführung (2/2)

PHYWE



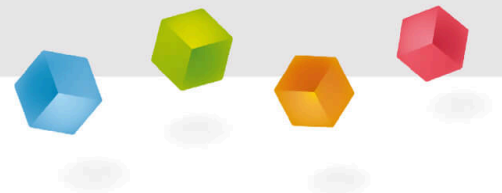
Abb. 3

2. Versuch

- Belasse den Aufbau wie im Versuch 1 und gebe nun anstatt Wasser Spiritus in das Becherglas.
- Senke den Torsionskraftmesser mit angehängtem Tauchkörper ab, bis dieser völlig in den Spiritus eingetaucht ist.
- Messe die Kraft $F_{G,Sp}$, mit der der Tauchkörper am Kraftmesser zieht und notiere $F_{G,Sp}$.
- Gebe anstatt Spiritus Glycerin in das Becherglas und ermittle auf die gleiche Weise die Kraft $F_{G,Gl}$.

PHYWE

Auswertung



Beobachtung

PHYWE

1. Versuch

$$F_{G,L} = 2,15N$$

$$F_{G,W} = 1,35N$$

2. Versuch

$$F_{G,Sp} = 1,47N$$

$$F_{G,Gl} = 1,19N$$

$$F_{G,L} = 2,15N$$

$$V = 82cm^3$$

Auswertung (1/3)

PHYWE

1. Versuch

Die auf den Tauchkörper wirkende Auftriebskraft beträgt

$$F_a = F_{G,L} - G_{G,W} = 0,8N$$

F_A ist nach dem Archimedischen Gesetz gleich der Gewichtskraft für das vom Tauchkörper verdrängte Wasser. Somit ist die Masse des verdrängten Wassers $m_W = 82g$ ($1\text{ N} = 102\text{ g}$) und sein Volumen $V_W = 82cm^3$. Der Tauchkörper hat also das Volumen $V = V_W = 82cm^3$ und wegen $F_{G,L} = 2,15N$ die Masse $m = 219g$

Daraus ergibt sich für die gesuchte Dichte von Aluminium:

$$\rho = m/V = 219g/82cm^3 = 2,7g/cm^3$$

Das entspricht dem Tabellenwert.

Auswertung (2/3)

PHYWE

Flüssigkeit	V/cm^3	F_A/N	m/g	$\frac{\rho}{g/cm^3}$
Wasser	82	0,80	82	1,00
Spiritus	82	0,68	69	0,84
Glycerin	82	0,96	98	1,20

Tab. 1

Der im Versuch 1 gemessene Wert für $F_{G,L}$ sowie der für das Volumen $V(V = V_W = V_{Sp} = V_{Gl})$ errechnete Wert werden als Ergebnisse übernommen. Nun werden für Spiritus und für Glycerin die Auftriebskraft F_A , daraus die Masse der jeweils verdrängten Flüssigkeit und zuletzt deren Dichte berechnet.

Es ist zweckmäßig, alle Ergebnisse aus den Versuchen 1 und 2 in einer Tabelle zusammenzustellen (siehe Tabelle 1):

$$m = F_G/g,$$

$$\rho = m/V$$

Auswertung (3/3)

PHYWE

Die Ergebnisse stimmen im Rahmen der Messgenauigkeit gut mit den Tabellenwerten für die Dichten überein:

$$\rho_{Sp} = 0,85g/cm^3,$$

$$\rho_{Gl} = 1,20g/cm^3.$$

Anmerkungen (1/2)

PHYWE

1. Versuch

Vereinfachend und im Rahmen der Messgenauigkeit kann man davon ausgehen, dass 1 N der Gewichtskraft entspricht, die auf einen Körper mit der Masse $m = 100g$ wirkt, und die Auswertung erleichtern:

$$F_A = 0,80N \rightarrow m_W = 80g \rightarrow V_W = V = 80cm^3;$$

$$F_{G,L} = 2,15N \rightarrow m = 215g;$$

$$\rho = m/V = 215g/80cm^3 = 2,7g/cm^3$$

Wenn die Schüler nicht wissen, dass der Tauchkörper aus Aluminium besteht, kann der Versuch neben der Bestimmung von ρ auch dazu genutzt werden, den Stoff zu ermitteln, aus dem der Tauchkörper bestehen könnte. Dann sollte das Symbol am Tauchkörper vor dem Versuch überklebt werden.

Anmerkungen (2/2)

PHYWE

2. Versuch

Wie in den Anmerkungen 1 erwähnt, ist es im Rahmen der ohnehin gegebenen Messungenauigkeit möglich, die Messdaten vereinfacht auszuwerten. Man erhält

$$\text{für Spiritus: } \rho = 68g/80cm^3 = 0,85g/cm^3$$

$$\text{und für Glycerin: } \rho = 96g/80cm^3 = 1,20g/cm^3.$$

Falls der Versuch 2 unabhängig vom Versuch 1 durchgeführt werden soll, muss das Volumen des eingetauchten Körpers durch Messung und Berechnung ermittelt werden, wenn er regelmäßig geformt ist; andernfalls muss es durch eine Verdrängungsmethode (Differenz- oder Überlaufmethode) bestimmt werden.