

Arbeitsblatt zum Auftrieb

Warum werden Dinge leichter, wenn sie unter Wasser getaucht werden?

Einführung

Auf einen Gegenstand (z. B. ein Würfel aus Eisen), der vollständig ins Wasser getaucht wird, wirkt der Schweredruck. Dabei ist der Druck auf die Deckfläche des Würfels kleiner als der Druck auf die Bodenfläche. (Die Bodenfläche befindet sich weiter unten, und dort ist der Schweredruck grösser.) Der Gegenstand wird «leichter», weil an der Unterseite mehr Druck herrscht als an der Oberseite. Dadurch wird er nach oben gedrückt. Diese Kraft nach oben nennt man *Auftriebskraft* (oder *Auftrieb*).

Bestimmung der Auftriebskraft

Auf den Gegenstand wirkt *immer* die Gewichtskraft (nach unten), egal, ob er eingetaucht ist oder nicht.

Taucht man ihn ins Wasser, wirkt auf ihn *zusätzlich* noch die Auftriebskraft (nach oben). Um so viel wird er also leichter.

Zahlenbeispiel zur Berechnung der Auftriebskraft

Hier siehst du einen Eisenwürfel (Kantenlänge 0.10 m) unter Wasser. In diesem Beispiel berechnest du aus dem Druckunterschied zwischen Ober- und Unterseite die Auftriebskraft auf den Würfel.

Benötigte Formeln: $p = \frac{F}{A}$ $p = \rho_{\text{Fl}} \cdot g \cdot h$

Rechne mit $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, $\rho_{\text{Wasser}} = 1'000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

1. Wie gross ist die Deckfläche?

$A_{\text{Deckel}} =$

2. Wie gross ist der Druck an der Deckfläche (0.20 m unter der Wasseroberfläche)?

$p_{\text{Deckel}} =$

3. Wie gross ist die Kraft auf die Deckfläche und in welche Richtung wirkt sie? (Stelle diese Kraft in der Skizze als Pfeil dar, 10 N entspricht 1.0 cm)

$F_{\text{Deckel}} =$

4. Wie gross ist die Bodenfläche?

$A_{\text{Boden}} =$

5. Wie gross ist der Druck an der Bodenfläche (0.30 m unter der Wasseroberfläche)?

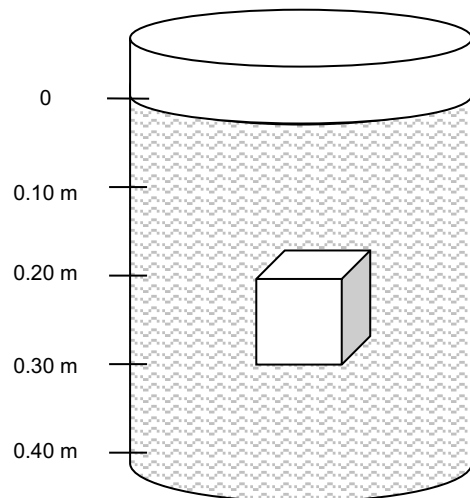
$p_{\text{Boden}} =$

6. Wie gross ist die Kraft auf die Bodenfläche in welche Richtung wirkt sie? (Stelle diese Kraft in der Skizze als Pfeil dar, 10 N entspricht 1.0 cm)

$F_{\text{Boden}} =$

7. Das Zusammenwirken dieser beiden Kräfte ergibt die *Auftriebskraft*. Wie gross ist diese resultierende Kraft und in welche Richtung wirkt sie?

$F_A =$

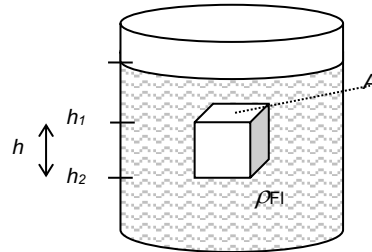


Herleitung der Formel

Gesucht ist eine Formel, mit der man aus Eigenschaften der Flüssigkeit und des eingetauchten Körpers die Auftriebskraft berechnen kann.

Für dieses Beispiel taucht man einen Würfel (Volumen $V_{K\delta}$) in eine Flüssigkeit der Dichte ρ_{Fl} ein. Verwende für die Herleitung die folgenden Symbole und Formeln:

Symbole: A : Deckfläche (und Bodenfläche) des Würfels
 h : Höhe des Würfels
 $V_{K\delta}$: Volumen des Würfels
 h_1 : Eintauchtiefe des Deckels
 h_2 : Eintauchtiefe des Bodens
 ρ_{Fl} : Dichte der Flüssigkeit
 g : Fallbeschleunigung



Formeln: $V_{K\delta} = A \cdot h$ $p = \frac{F}{A}$ $p = \rho_{Fl} \cdot g \cdot h$

1. Schreibe die Formel auf, mit der man den Schweredruck der Flüssigkeit an der Stelle der Deckfläche (in der Tiefe h_1) berechnet.

$$p_{Deckel} =$$

2. Schreibe die Formel auf, mit der man die Kraft F auf die Deckfläche aus dem Druck p_{Deckel} und der Fläche A berechnet. Ersetze anschliessend den Druck p_{Deckel} mit der Gleichung für p_{Deckel} aus 1.

$$F_{Deckel} = \quad =$$

3. Schreibe die Formel auf, mit der man den Schweredruck der Flüssigkeit an der Stelle der Bodenfläche (in der Tiefe h_2) berechnet.

$$p_{Boden} =$$

4. Schreibe die Formel auf, mit der man die Kraft F auf die Bodenfläche aus dem Druck p_{Boden} und der Fläche A berechnet. Ersetze anschliessend den Druck p_{Boden} mit der Gleichung für p_{Boden} aus 3.

$$F_{Boden} = \quad =$$

5. Die Kraft auf die Deckfläche wirkt nach unten und die Kraft auf die Bodenfläche nach oben. (Die Kraft auf die Bodenfläche ist grösser!) Der Unterschied zwischen diesen beiden Kräften ergibt die Auftriebskraft. Ersetze F_{Boden} und F_{Deckel} durch die Gleichungen aus 2. und 4.:

$$F_A = F_{Boden} - F_{Deckel} =$$

6. Vereinfache 5. Vorgehen: a) Klammere aus. b) Ersetze: $h_2 - h_1 = h$. c) Ersetze: $A \cdot h = V_{K\delta}$

$$F_A = \quad = \quad =$$

7. Schreibe die gefundene Formel in den Kasten!

$$F_A =$$

Prinzip von Archimedes: Die Auftriebskraft auf einen eingetauchten Körper ist gleich gross wie die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit