

In den Pressluftflaschen von Taucher Waldemar herrscht ein hoher Druck.

- a) *Gib eine Gleichung zur Berechnung des Drucks an.*  
 b) *Der Inhalt der Flasche steht etwa unter einem Druck von 200 bar. Berechne die Kraft, die von Innen auf die 100 cm<sup>2</sup> große Bodenfläche wirkt.*



a)  $p = \frac{F}{A}$

b) Umrechnung der Einheiten:

1 bar = 100.000 Pa (Pascal) => 200 bar = 20.000.000 Pa

1 cm<sup>2</sup> = 0,0001 m<sup>2</sup> => 100 cm<sup>2</sup> = 0,01 m<sup>2</sup>

$$p = \frac{F}{A} \quad | \quad \cdot A$$

$$\Leftrightarrow F = p \cdot A = 20.000.000 \text{ Pa} \cdot 0,01 \text{ m}^2 = 200.000 \text{ N} = 200 \text{ kN}.$$

Von Innen drückt die Pressluft mit einer Kraft von 200.000 N gegen die Bodenfläche.

DB 120

Druck

Frage von Fichtenstein

**In welcher Wassertiefe herrscht ungefähr 5 Bar?**



Hab mir letztes eine neue Uhr gekauft. Darauf steht, sie sei bis zu 5 Bar wasserdicht. In welcher Wassertiefe herrscht denn ungefähr 5 Bar?

- a) *Weshalb nimmt der Druck überhaupt mit wachsender Tiefe zu?*  
 b) *Der Druck  $p$  in der Tiefe  $h$  kann berechnet werden mit  $p = \rho \cdot g \cdot h$  ( $\rho$ : Dichte,  $g$ : Ortsfaktor).  
*Berechne näherungsweise den Druck in einer Tiefe von 10 m.*  
 c) *Beantworte obige Frage aus dem Forum.**

a) Der Schweredruck in einer Flüssigkeit entsteht durch die Gewichtskraft der Flüssigkeit. Je tiefer man taucht, desto größer ist die Gewichtskraft der Wassersäule über der Taucherin und damit auch der Schweredruck.

b) Die Dichte von Wasser ist etwa  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ , der Ortsfaktor beträgt  $g = 9,8 \text{ N/kg} \approx 10 \text{ N/kg}$ .

Damit erhält man für der Schweredruck in 10 Meter Tiefe:

$$p = \rho \cdot g \cdot h = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 10 \text{ m} = 100000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 100000 \text{ Pa} = 1 \text{ bar}.$$

Hinzu kommt der Luftdruck von 1 bar über der Flüssigkeit. => 2 bar.

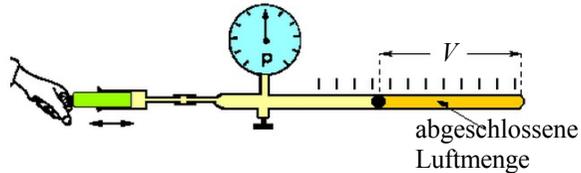
c) Tiefe in m	10	20	30	40
Druck in bar	2	3	4	<b>5</b>

DB 124-126

Schweredruck

## Das Gesetz von Boyle-Mariotte (1)

In einem Glaszylinder, der mit einer frei beweglichen Kugel verschlossen ist, wird die Abhängigkeit des eingeschlossenen Luftvolumens  $V$  vom äußeren Druck  $p$  untersucht.



$p$ in bar	1,0	1,2	1,5	2,0
$V$ in mL	30	25	20	15

Analysiere den Zusammenhang von Druck und Volumen.

Schritt 1: Je ..., desto ....

Je größer der Druck  $p$  ist, desto kleiner ist das Volumen  $V$ .

Schritt 2: Vermutung: Das Volumen  $V$  ist antiproportional zum Druck

$p$ .  $V \sim 1/p$

Schritt 3: Überprüfung der Vermutung

a) **Verdoppelt**, (verdreifacht, ...) sich der Druck, so **halbiert** (drittelt, ...) sich das Volumen. (**stimmt**)

$p$ in bar	1,0	1,2	1,5	2,0
$V$ in mL	30	25	20	15

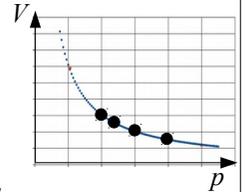
$1,0 \xrightarrow{\cdot 1,5} 1,5$   $30 \xrightarrow{: 2} 15$   
 $1,2 \xrightarrow{\cdot 1,5} 1,8$   $25 \xrightarrow{: 2} 12,5$   
 $1,5 \xrightarrow{\cdot 2} 3,0$   $20 \xrightarrow{: 2} 10$   
 $2,0 \xrightarrow{\cdot 1,5} 3,0$   $15 \xrightarrow{: 2} 7,5$

b)  $p \cdot V$  in bar·mL 30 30 30 30

Die Produkte sind konstant (**stimmt**).

c) Der  $p$ - $V$ -Graph ist eine Hyperbel.

Schritt 4: Ergebnis: Die Vermutung stimmt:  $V \sim 1/p$ .



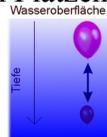
DB 134

Druck in Gasen

## Das Gesetz von Boyle-Mariotte (2)

Unter Wasser beträgt der Druck  $p = 1 \text{ bar} + 0,1 \text{ bar/m} \cdot h$ .

Wenn eine Taucherin aus einer Tiefe von 10 m schnell auftaucht, ohne dabei auszuatmen, kann dies zum **Platzen** der Lungenbläschen führen.



a) *Erkläre*.

b) Eine Taucherin hat in 10m Tiefe 4L Luft eingeatmet.

Ihre Lunge besitzt eine maximale Kapazität von 5L.

*Bestimme die Tiefe, in der die Lungenbläschen platzen,*

*wenn nicht ausgeatmet wird.*

a) Beim Auftauchen vermindert sich der Schweredruck des Wassers. Dies führt nach dem Gesetz von Boyle-Mariotte ( $p \cdot V = \text{konstant}$ ) zu einem Anstieg des Gasvolumens in der Lunge, bis die Lungenbläschen bei einem Gesamtvolumen von  $V = 5\text{L}$  platzen.

b) In 10 Meter Tiefe gilt:  $V_1 = 4\text{L}$ ,  $p_1 = 2\text{bar}$ .

Damit ist  $p_1 \cdot V_1 = 2\text{bar} \cdot 4\text{L} = 8\text{bar} \cdot \text{L}$ .

In der gesuchten Tiefe herrscht der Druck  $p_2 = ?$ . Das Luftvolumen in der Lunge beträgt  $V_2 = 5\text{L}$ .  $p_2 \cdot V_2 = 8\text{bar} \cdot \text{L}$

$\Leftrightarrow p_2 = (8\text{bar} \cdot \text{L}) / (5\text{L}) = 1,6 \text{ bar}$ . Dieser Druck wird bereits in einer Tiefe von 6 Metern erreicht, da  $p = 1\text{bar} + 0,1 \text{ bar/m} \cdot 6 \text{ m} = 1,6 \text{ bar}$  ist.

DB 134

Druck

### Archimedisches Prinzip

Betrachte einen Stein, einen Fisch und ein Stück Holz, die jeweils die gleiche Masse  $m = 10\text{ g}$  besitzen sollen.

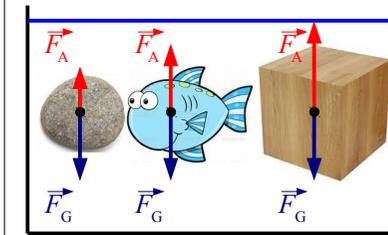
Diese drei Körper werden in einer Badewanne 10 cm unterhalb der Wasseroberfläche losgelassen.

Der Stein sinkt zu Boden, der Fisch schwebt (behält seine Lage bei) das Stück Holz steigt auf.

*Erkläre durch eine beschriftete Kraftskizze.*

*Verwende das Archimedische Prinzip.*

Kraftskizze:



sinkt schwebt taucht auf

Alle drei Körper besitzen die gleiche Masse  $m$  und damit die gleiche Gewichtskraft  $F_G = m \cdot g$  (gleich lange blaue Pfeile nach unten).

Archimedisches Prinzip:  
Die Auftriebskraft  $F_A$  entspricht der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit.

Bei gleicher Masse verdrängt der Stein am wenigsten, das Holz am meisten Flüssigkeit.

Folglich ist die Auftriebskraft für Holz am größten und für den Stein am kleinsten (siehe rote Pfeile).

Der Fisch schwebt, wenn die Auftriebskraft seiner Gewichtskraft entspricht (gleich lange Kraftpfeile).

DB 136f

Auftrieb

a) Nenne das Archimedische Prinzip.

b) Erkläre, weshalb ein Schiff aus Stahl in Wasser schwimmen kann, obwohl die Dichte von Stahl erheblich größer ist, als die Dichte von Wasser.



a) Archimedisches Prinzip: Die Auftriebskraft ist gleich der Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit.

b) Ein Schiff aus Eisen schwimmt, da durch die großen luftgefüllten Hohlräume seine mittlere Dichte kleiner als die des Wassers ist. Das schwimmende Schiff taucht so tief ins Wasser ein, bis die Gewichtskraft des verdrängten Wassers und die Gewichtskraft des Schiffes gleich groß sind.



DB 139

Auftrieb, Schwimmen