

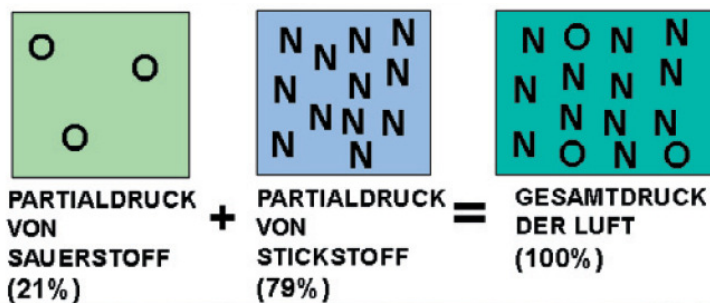
Formelsammlung DIVEMASTER (Kapitel Physik)

1. Grundsätze

- **Visuelle Umkehr** = Ursache ist Trübung = Objekte weiter entfernt
- Schall bewegt sich unter Wasser ca. **4** mal schneller als in der Luft (Luft 333m/s und im Wasser 1450m/s).
- Wasser leitet Wärme **20** mal besser als Luft, weil Wasser eine **höhere Dichte** hat als Luft.
- Unter Wasser betrachtet erscheinen Objekte in der Regel **näher** (Verhältnis **4:3 oder 25%**) zur tatsächlichen Entfernung.
- Unter Wasser betrachtet erscheinen Objekte um **1/3 vergrößert**.

2. Partialdruck (Dalton)

Der Gesamtdruck eines Gases ist die Summe der Teildrücke seiner Bestandteile.



$$F: P_{N_2} (\text{bar}) = P_{\text{abs}} (\text{bar}) * V_{N_2} (\%) / 100$$

Q: Partialdruck von Stickstoff in 24 Meter Tiefe?

A: $P_{N_2} (\text{bar}) = 3.4 (\text{bar}) * 79 (\%) / 100 = \underline{2.7 (\text{bar})}$

3. Gesetz vom Sättigungsgrad-Diffusion (Henry)

Mineralflasche / Garkochtopf

Aufnahmegeschwindigkeit ist abhängig von der größe der Kontaktfläche von Flüssigkeit / Gas.

Bei konstanter Temperatur steht die Menge des in der Flüssigkeit gelösten Gases im Sättigungszustand in direktem Verhältnis zum Druck des über der Flüssigkeit stehenden Gases.

Formelsammlung DIVEMASTER (Kapitel Physik)

4. Heben von Objekten (Archimedes)

$$F1: m_{\text{Auftrieb}} \text{ (kg)} = m \text{ (kg)} - V_{\text{Verdr.}} \text{ (dm}^3\text{)} * \delta_{\text{Flüss.}} \text{ (kg/dm}^3\text{)}$$

$$F2: V_{\text{Auftrieb}} \text{ (dm}^3\text{)} = m_{\text{Auftrieb}} \text{ (kg)} / \delta_{\text{Flüss.}} \text{ (kg/dm}^3\text{)}$$

Q: Ein Objekt das 350 kg wiegt und 300 Liter verdrängt, liegt im Süßwasser in 15 Meter Tiefe. Wie viel Wasser muss von einem Fass verdrängt werden um das Objekt an die Oberfläche zu bringen?

$$A: m_{\text{Auftrieb}} \text{ (kg)} = 350 \text{ (kg)} - 300 \text{ (dm}^3\text{)} * 1 \text{ (kg/dm}^3\text{)} = \underline{50 \text{ (kg)}}$$

5. Volumenänderung (Boyle/Mariotte)

Bei gleichbleibender Temperatur steht für eine gegebene, gleichbleibende Gasmenge der Druck im umgekehrten Verhältnis zum Volumen.

$$F: V_1 \text{ (Liter)} * P_1 \text{ (bar)} = V_2 \text{ (Liter)} * P_2 \text{ (bar)}$$

Q: Ein Ballon ist mit 60 Liter Luft gefüllt und befindet sich in Salzwasser auf 30 Meter. Wie gross ist sein Volumen auf 90 Meter?

$$A: V_2 \text{ (Liter)} = V_1 \text{ (Liter)} * P_1 \text{ (bar)} / P_2 \text{ (bar)}$$
$$V_2 \text{ (Liter)} = 60 \text{ (Liter)} * 4 \text{ (bar)} / 10 \text{ (bar)} = \underline{24 \text{ (Liter)}}$$

6. Temperaturänderung (Charles/Gay-Lussac)

Der Druck in einem geschlossenen, mit Gas gefüllten Behälter, erhöht sich um 1/273 seines Drucks beim erwärmen um 1°C, Voraussetzung ist konstantes Volumen.

$$F: V_1 \text{ (Liter)} * P_1 \text{ (bar)} / T_1 \text{ (K)} = V_2 \text{ (Liter)} * P_2 \text{ (bar)} / T_2 \text{ (K)}$$

7. Luftverbrauch bei Tiefenänderung

$$F: \text{Verbr}_{T_2} \text{ (Liter/Minute)} = \text{Verbr}_{T_1} * \text{Druck}_{T_2\text{Abs.}} / \text{Druck}_{T_1\text{Abs.}}$$

Q: Ein Taucher hat in 20 m Tiefe in Salzwasser einen Luftverbrauch von 90 Liter/Minute. Wie hoch ist sein Verbrauch in 60 m Tiefe?

$$A: 20\text{m} = \underline{3\text{bar}} = 90 \text{ Liter/Minute}$$
$$60\text{m} = \underline{7\text{bar}} = \underline{210 \text{ Liter/Minute}} \text{ (weil } \underline{7\text{bar}/3\text{bar}} = 2.33 \text{ mal höher)}$$

Formelsammlung DIVEMASTER (Kapitel Physik)

8. Flaschenfüllung (konstantes Volumen) K=Kelvin; 1°C=273K

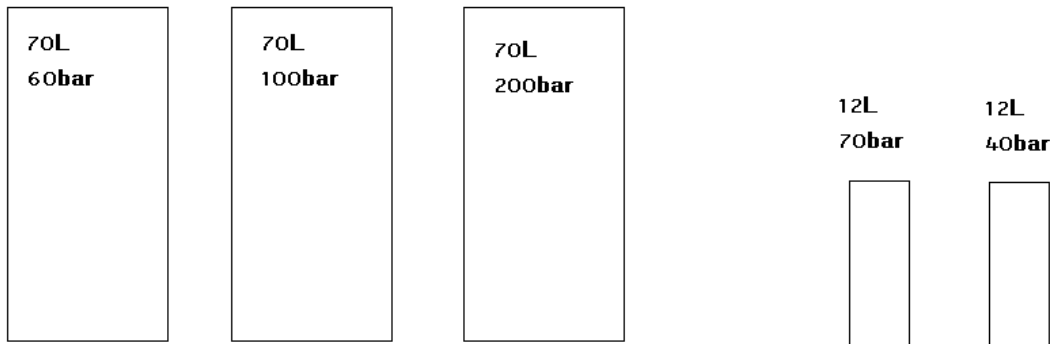
F: $P_{1\text{Abs.}} (\text{bar}) / T_1 (\text{K}) = P_{2\text{Abs.}} (\text{bar}) / T_2 (\text{K})$

Q: Wie gross ist der Druck in einer Pressluftflasche wenn diese bei 27°C Umgebungstemperatur auf 200bar gefüllt wird und im Wasser eine Temperatur von 4°C herrscht?

A: $P_{2\text{Abs.}} (\text{bar}) = P_{1\text{Abs.}} (\text{bar}) * T_2 (\text{K}) / T_1 (\text{K})$

$P_{2\text{Abs.}} (\text{bar}) = 201 (\text{bar}) * 4+273 (\text{K}) / 27+273 (\text{K}) = \underline{186 (\text{bar})}$

9. Überströmen (Kaskaden-Füllanlage)



Drei Druckluftspeicher mit jeweils 70 Liter Inhalt stehen zur Verfügung.

Aufgabe:

Gefüllt werden sollen die beiden 12 Liter Pressluftflaschen.

- a)** welche zuerst füllen und warum; **b)** wie voll wird die erste 12 Liter Flasche;
c) wie voll wird die Zweite

a) Es wird immer zuerst die vollste der zu befüllenden Tanks gefüllt – das heisst die 12 Liter / 70 bar

b) Für die erste 12 Liter Flasche kann der erste Druckluftspeicher, von wegen zu wenig Restdruck, nicht verwendet werden.

Zweiter Druckluftspeicher: $(70 \times 100 + 12 \times 70) / (70 + 12) = 95 \text{ bar}$

Dritter Druckluftspeicher: $(70 \times 200 + 12 \times 95) / (70 + 12) = \underline{185 \text{ bar}}$

c) Durch das Befüllen der ersten 12 Liter Flasche ist der Druck des zweiten Druckluftspeichers auf 95 bar gesunken, der des Dritten auf 185 bar.

Erster Druckluftspeicher: $(70 \times 60 + 12 \times 40) / (70 + 12) = 57 \text{ bar}$

Zweiter Druckluftspeicher: $(70 \times 95 + 12 \times 57) / (70 + 12) = 90 \text{ bar}$

Dritter Druckluftspeicher: $(70 \times 185 + 12 \times 90) / (70 + 12) = \underline{171 \text{ bar}}$

10. Verwendete Konstanten

1 Liter Salzwasser wiegt 1.03 kg – Dichte Salzwasser 1.03 kg/dm³
1 Liter Süßwasser wiegt 1.00 kg – Dichte Süßwasser 1.00 kg/dm³

Druck in 10 Meter Salzwasser = 1.00 bar
Druck in 10 Meter Süßwasser = 0.98 bar

Druckänderung je 1 Meter im Salzwasser = 0.1 bar/m
Druckänderung je 1 Meter im Süßwasser = 0.098 bar/m