



## Aufgabenblatt:

# Ideales Gas, Gasgesetze

1. Im Marianengraben entsteht in 11'034 m Tiefe bei 4° C eine Blase aus Faulgas mit 1 cm<sup>3</sup> Volumen. Wie gross ist diese Gasblase kurz vor dem Austritt an der Wasseroberfläche, wenn da eine Wassertemperatur von 25° C herrscht? Die Dichte von Meerwasser betrage 1'025 kg/m<sup>3</sup> und der Luftdruck an der Wasseroberfläche 1 atm.
2. Eine Gasdruckflasche mit einem Volumen von 150 Litern wird mit Sauerstoff (O<sub>2</sub>, 32 g/mol) befüllt. Wie viele Kilogramm Sauerstoff passen in die Flasche, wenn der Maximaldruck von 300 bar auch dann nicht überschritten werden soll, wenn sich die Flasche auf 80° C erwärmt? Wie gross ist das Volumen des gesamten Gases in der Flasche bei einer Temperatur von 20° C und einem Druck von 1 atm (= 101'325 Pa)?
3. Ich fülle einen Plastikbeutel bei einer Temperatur von 25° C und einem Druck von 1 atm (= 101'325 Pa) mit 1 Liter Luft und verschliesse den Beutel luftdicht. Anschliessend versenke ich den Beutel im 11'034 Meter tiefen Marianengraben. Auf welches Volumen verkleinert sich die Gasmenge, wenn auf dem Meeresgrund eine Temperatur von 4° C herrscht? Für den Druck in der Tiefe  $h$  gilt:  $p = \rho g h$  mit  $\rho_{Wasser} = 1'025 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Verwende  $g = 9.81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$
4. Ein Ballon hat ein Volumen von 1 m<sup>3</sup>. Bei gleich bleibendem Druck wird die Temperatur des Gases im Ballon um 20° C erhöht. Kann man das neue Volumen des Ballons mit diesen Angaben berechnen? Begründen Sie!
5. Ein Gas hat bei einem Druck von 1 bar und einer Temperatur von 25° C eine Dichte von 80.72 g/m<sup>3</sup>. Berechnen Sie die molare Masse und finden Sie heraus, um welches Gas es sich handelt.
6. Ein mit Helium gefüllter Ballon steigt auf eine Höhe von 2'000 Meter, wo der Luftdruck 750 hPa und die Lufttemperatur -5° C beträgt. Die Masse des Ballons (Hülle, Korb und Passagiere) beträgt 600 kg. Bei STP-Bedingungen (0° C, 1 atm) beträgt die Dichte von Luft 1.293 kg/m<sup>3</sup> und die Dichte von Helium 0.1785 kg/m<sup>3</sup>.
  - a) Berechnen Sie die Dichten von Luft und Helium in 2'000 Meter Höhe.
  - b) Berechnen Sie das minimale Volumen des Ballons.
7. Flüssiges Wasser wird bei 1 atm Druck durch Erhitzen in Dampf mit einer Temperatur von 100° C umgewandelt. Um welchen Faktor erhöht sich dabei das Volumen des Wassers?

Fortsetzung auf der Rückseite ...

8. Neben Stickstoff und Sauerstoff besteht das Gasgemisch, welches wir Luft nennen, auch aus Wasserdampf. Je nach Grösse des Anteils an Wasserdampf sprechen wir von trockener oder feuchter Luft. Welche Luft hat die grössere Dichte, feuchte oder trockene? Die molare Masse von  $N_2$  beträgt 28 g/mol, von  $O_2$  32 g/mol und von H 1 g/mol. Begründen Sie!
9. Beim Start hat ein mit Helium gefüllter Wetterballon ein Volumen von  $20 \text{ m}^3$ . Dabei beträgt die Temperatur von Ballon und Umgebung  $20^\circ\text{C}$  und der Luftdruck 1 bar. Nach dem Start steigt der Ballon auf 10'000 Meter Höhe, wo die Temperatur  $-50^\circ\text{C}$  und der Druck 0.19 Bar beträgt. Wie gross ist das Volumen des Ballons in dieser Höhe, wenn der Ballon wegen eines kleinen Lochs beim Aufstieg einen Viertel seines Inhalts verloren hat?
10. Alex hat in der Bastelstunde einen kleinen Heissluftballon gebaut. Er hat ein Volumen von  $1 \text{ m}^3$  und der Brenner kann die Luft im Ballon auf  $90^\circ\text{C}$  erwärmen. Beim Start herrscht eine Aussentemperatur von  $20^\circ\text{C}$  und ein Luftdruck von 1 bar und eine Luftdichte von  $1.2 \text{ kg/m}^3$ .
- Berechnen Sie die Dichte der Luft im Ballon.
  - Wie gross darf die Masse des Ballons (Hülle, Korb und Brenner) maximal sein, damit der Ballon gerade noch fliegt?
11. In einem verschlossenen Dampfkochtopf mit 5 Liter Volumen befindet sich ein wenig Wasser. Die Temperatur des Topfs beträgt  $100^\circ\text{C}$ . Wie viele Gramm Wasser müssen verdampft werden, damit der Druck im Topf 4 bar beträgt? Vernachlässigen Sie dabei die Luft, die sich zu Beginn schon im Topf befindet, und nehmen Sie an, zu erst würde ein Vakuum herrschen.
12. Der Druck Ihrer Autoreifen soll laut Hersteller 2.5 atü betragen. Beim Messen stellen Sie fest, dass bei einer Temperatur von  $-12^\circ\text{C}$  der Druck nur 1.5 atü beträgt. Auf welche Temperatur müssen sich die Reifen erwärmen, damit sich der empfohlene Druck einstellt?
13. In einem Drucktank aus Stahl befinden sich 2 Liter Wasserstoff- und 1 Liter Sauerstoffgas ( $H_2$  resp.  $O_2$ ). Die beiden Gase reagieren miteinander gemäss der Reaktionsgleichung  $2 H_2 + O_2 \rightarrow 2 H_2O$ . Zwei Wasserstoffmoleküle reagieren also mit einem Sauerstoffmolekül zu zwei Wassermolekülen. Vor der Reaktion beträgt der Druck im Tank 1 atm bei einer Temperatur von  $20^\circ\text{C}$ . Wie gross ist der Druck im Tank, nach der Reaktion, wenn sich der Inhalt wieder auf  $20^\circ\text{C}$  abgekühlt hat (exotherme Reaktion) ?
14. Ein Gas hat bei einer Temperatur von  $20^\circ\text{C}$  und einem Druck von 1.2 bar ein Volumen von 125 Litern. Berechnen Sie den Druck der gleichen Gasmenge bei einem Volumen von 25 Litern und einer Temperatur von  $300^\circ\text{C}$ . Berechnen Sie ebenfalls die Gasmenge in Mol.

Fortsetzung auf der Rückseite ...

15. Im Spital stehen zwei Sauerstoffbehälter ( $O_2$ ), eine mit 100 Liter Inhalt und 65.4 bar Druck und eine mit 25 Liter Inhalt und 12.2 bar Druck. Die Temperatur beider Behälter beträgt  $21^\circ C$ .
- Die beiden Druckbehälter werden mit einem Schlauch verbunden, sodass sich der Druck ausgleicht. Berechnen Sie den sich einstellenden Druck. Vernachlässigen Sie das Volumen des Verbindungsschlauchs.
  - Wie viele Kilogramm Sauerstoff befindet sich insgesamt in den beiden Behältern zusammen?
16. In einem Druckbehälter mit einem Volumen von 100 Litern wird 1 kg  $H_2O$  auf  $180^\circ C$  erhitzt. Berechnen Sie den sich einstellenden Druck im Behälter.
17. Ein Taucher hat eine Druckluftflasche, welche ein Volumen von 20 Litern hat und bei einer Temperatur von  $20^\circ C$  einen Druck von 100 bar. Er taucht in eine Tiefe von 50 Metern, wo eine Temperatur von  $4^\circ C$  herrscht. Wie lange kann der Taucher unten bleiben, wenn er pro Minute 15 Atemzüge à 2 Liter Luft nimmt? Der Luftdruck über dem Wasser betrage 0.98 bar. Beachten Sie, dass die Luft, die ein Taucher atmet, den gleichen Druck haben muss wie der Druck in der Umgebung.
18. Ein Heissluftballon startet auf Meereshöhe bei einer Aussentemperatur von  $25^\circ C$ . Die Luft im Ballon wird durch den Brenner auf  $85^\circ C$  erhitzt. Berechnen Sie das minimale Volumen des Ballons, wenn dieser inklusive Ausrüstung eine Nutzlast von 400 kg haben soll. Die Luft hat auf Meereshöhe bei einer Temperatur von  $0^\circ C$  eine Dichte von  $\rho = 1.293 \text{ kg/m}^3$ .

**Universelle Gaskonstante:**

$$R = 8.314'472 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$$