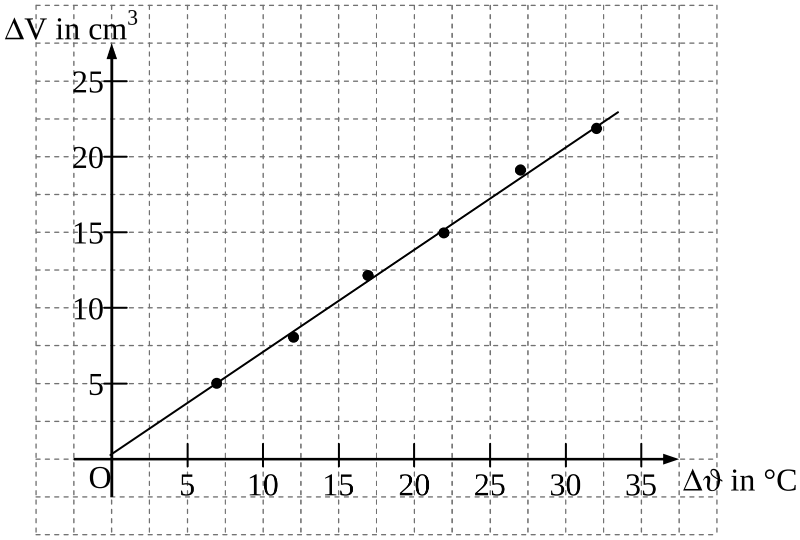
Anwendungsaufgaben - Gasgesetze - Lösungen

1.1

$\Delta\vartheta$ in °C	7	12	17	22	27	32
ΔV in cm^3	5	8	12	15	19	22



Ergebnis: $\Delta V \sim \Delta\vartheta$

1.2 $\gamma = \dfrac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta\vartheta} = \dfrac{22\,cm^3}{200\,cm^3 \cdot 32\,°C} = 0{,}0034\,\dfrac{1}{°C}$

1.3

T in K	291	298	303	308	313	318	323
V in cm^3	200	205	208	212	215	219	222
$\frac{V}{T}$ in $\frac{cm^3}{K}$	0,687	0,688	0,686	0,688	0,687	0,689	0,687

Ergebnis: $V \sim T \;\Rightarrow\; \dfrac{V_1}{T_1} = \dfrac{V_2}{T_2}$

2.1 isotherme Zustandsänderung (T = konstant)

$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \;\Rightarrow\; V_1 = \dfrac{p_2 \cdot V_2}{p_1}$

$V_1 = \dfrac{200\,bar \cdot 10\,l}{1{,}0\,bar} = 2000\,l = 2{,}0\,m^3$

2.2 isochore Zustandsänderung (V = konstant)

$\dfrac{p_1}{T_1} = \dfrac{p_2}{T_2} \;\Rightarrow\; T_2 = \dfrac{T_1 \cdot p_2}{p_1}$

$T_2 = \dfrac{288\,K \cdot 300\,bar}{200\,bar} = 432\,K = 159\,°C$

3 $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot V_2}$

$$p_2 = \frac{1{,}0 \cdot \text{bar} \cdot 350\,\text{cm}^3 \cdot 673\,\text{K}}{348\,\text{K} \cdot 37\,\text{cm}^3} = 18\ \text{bar}$$

Der Verdichtungsenddruck beträgt 18 bar.

4 $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow T_2 = \frac{p_2 \cdot V_2 \cdot T_1}{p_1 \cdot V_1}$

Berechnung für ein Anfangsvolumen von 1,0 m^3:

$$T_2 = \frac{2{,}78 \cdot \text{bar} \cdot 0{,}52\,\text{m}^3 \cdot 288\,\text{K}}{1{,}01\,\text{bar} \cdot 1{,}0\,\text{m}^3} = 4{,}1 \cdot 10^2\ \text{K}$$

Die Temperatur der verdichteten Luft beträgt $1{,}4 \cdot 10^2$ °C.

5 $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot T_2}{T_1} \Rightarrow p_2 = \frac{3{,}1\,\text{bar} \cdot 318\,\text{K}}{288\,\text{K}} \Rightarrow p_2 = 3{,}4\ \text{bar}$

Nach der Fahrt beträgt der Überdruck im Reifen 2,4 bar.

6 Berechnung von V_2 für ein Ausgangsvolumen von $V_1 = 1{,}0\ m^3$:

$$V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot p_2 \cdot} = \frac{1{,}0\,\text{bar} \cdot 1{,}0\,\text{m}^3 \cdot 255\,\text{K}}{273\,\text{K} \cdot 0{,}55\,\text{bar}} = 1{,}7\ \text{m}^3$$

Dichte der Luft auf dem Mont Blanc:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1{,}3\,\text{kg}}{1{,}7\,\text{m}^3} = 0{,}76\,\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

7 $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow V_1 = \frac{p_2 \cdot V_2 \cdot T_1}{T_2 \cdot p_1}$

$$V_1 = \frac{0{,}19\,\text{bar} \cdot 15\,\text{m}^3 \cdot 288\,\text{K}}{213\,\text{K} \cdot 0{,}98\,\text{bar}} = 3{,}9\ \text{m}^3$$

Am Boden dürfen höchstens 3,9 m^3 Helium in den Ballon gefüllt werden.

8.1 Bei einem Heißluftballon wird ein großes Luftvolumen erwärmt und dehnt sich aus. Dadurch ist die Dichte der Luft im Ballon geringer als die Dichte der den Ballon umgebenden Luft. Durch diesen Dichteunterschied entsteht eine Auftriebskraft. Ist die Auftriebskraft größer als die Gewichtskraft des Ballons mit Korb und Insassen, steigt der Ballon auf.

8.2 $F_A = \rho_{Luft} \cdot V_{Ballon} \cdot g = 1{,}20\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3500\ \text{m}^3 \cdot 9{,}81\frac{\text{N}}{\text{kg}} = 41{,}2 \cdot 10^3\ \text{N}$

8.3 Der Druck bleibt konstant, da die Luft beim Erwärmen entweicht.
Für $V_1 = 1{,}00\ m^3$ und $m_1 = 1{,}20$ kg gilt:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{1{,}00\,\text{m}^3 \cdot 363\,\text{K}}{285\,\text{K}} = 1{,}27\ \text{m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V_2} = \frac{1{,}20\ \text{kg}}{1{,}27\ \text{m}^3} = 0{,}945\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Die Masse der Luft bleibt konstant ($m_1 = m_2 = m$) .

8.4 $F_A > F_g$

$41{,}2 \cdot 10^3\ \text{N} > m \cdot 9{,}81\frac{\text{N}}{\text{kg}}$

$4{,}20 \cdot 10^3\ \text{kg} > m$

Masse der Luft im Ballon:

$m_{Luft} = \rho \cdot V = 0{,}945\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 3500\ \text{m}^3 = 3{,}31 \cdot 10^3\ \text{kg}$

maximale Zuladung m_{Zu}:

$m_{Zu} = m - m_{Luft} - m_{Korb} = 4{,}20 \cdot 10^3\ \text{kg} - 3{,}31 \cdot 10^3\ \text{kg} - 0{,}250 \cdot 10^3\ \text{kg} = 0{,}640 \cdot 10^3\ \text{kg}$

Es dürfen maximal 640 kg in den Ballon geladen werden.