

Physik * Jahrgangsstufe 8 * Ausdehnung von Gasen, Gasgesetz

Für eine abgeschlossene Gasmenge (d.h. $V_{\text{Gas}} = \text{konstant}$) gilt: $p \sim T$, d.h. $\frac{p}{T} = \text{konstant}$

Lässt man für eine Gasmenge den Druck unverändert (d.h. $p_{\text{Gas}} = \text{konstant}$), so gilt:

$V \sim T$, d.h. $\frac{V}{T} = \text{konstant}$

Für eine feste Gasmenge mit dem Volumen V , dem Druck p und der absoluten Temperatur T gilt

damit zusammengefasst: $p \cdot V \sim T$, d.h. $\frac{p \cdot V}{T} = \text{konstant}$ bzw. $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$

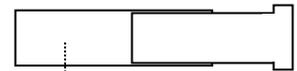
(Hierbei kennzeichnet der Index 1 Druck, Volumen und Temperatur zu einem Zeitpunkt 1, der Index 2 die entsprechenden Größen zu einem Zeitpunkt 2.)



Aufgaben

1. Eine leere Limoflasche wird bei einem Druck von 1010 mbar und einer Temperatur von 20°C verschlossen und in die Sonne gestellt. Die Temperatur in der Flasche steigt dabei auf 50°C. Um wie viel Prozent steigt dabei der Druck in der Flasche?

2. Ein so genannter Kolbenprober (zylindrisches Glasgefäß mit verschiebbarem, luftdichtem Kolben) enthält bei einer Temperatur von 20°C ein Luftvolumen von 160 cm³.



Luft im Kolbenprober

Die Temperatur der Luft im Kolbenprober wird auf 50°C erhöht.

Wegen des verschiebbaren Kolbens bleibt dabei der Luftdruck im Kolbenprober konstant.

Um wie viel Prozent nimmt dabei das Volumen der Luft im Kolbenprober zu?

3. Ein Wasserball wird bei der Lufttemperatur von 20°C mit einem Druck von 1120 hPa aufgepumpt. Durch Sonneneinstrahlung steigt die Temperatur der eingeschlossenen Luft auf 50°C an. Berechne nun den Innendruck unter der Annahme, dass sich das Volumen aufgrund der Dehnung der Hülle um 2,0% vergrößert.



4. Ein Taucher begibt sich bei der sommerlichen Temperatur von 27°C mit einer Pressluftflasche ins Wasser. Während des Tauchens steigen immer wieder Luftblasen auf. Dabei kann man beobachten, dass diese Luftblasen beim Hochsteigen im Wasser immer größer werden.

Angenommen, eine Luftblase hat in 15 m Tiefe bei einer Temperatur von 12°C ein Volumen von 80 cm³. Welches Volumen hat die Blase bei Erreichen der Oberfläche, wenn der Luftdruck an der Wasseroberfläche 960 hPa beträgt und pro Meter Wassertiefe der Druck um ca. 100 hPa zunimmt?

5. Die Lufttemperatur in einem Klassenzimmer (10m auf 8,0m auf 3,0m) beträgt zu Beginn des Unterrichts 20°C, der Luftdruck 1010 mbar. Bis zum Schulschluss hat sich die Lufttemperatur auf 26°C erhöht und der Luftdruck ist auf 1005 mbar gesunken.

a) Begründe, dass Luft aus dem Klassenzimmer ausgeströmt ist und bestimme in etwa das ausgeströmte Luftvolumen.

b) Zusatzaufgabe für Interessierte:

Die so genannte Dichte von Luft beträgt bei den angegebenen Werten von Druck und Temperatur etwa 0,0012 g/cm³. Welche Masse hat die Luft im Klassenzimmer etwa?

Physik * Jahrgangsstufe 8 * Ausdehnung von Gasen, Gasgesetz * Lösungen

1. $20^{\circ}\text{C} \hat{=} 293\text{K}$ und $50^{\circ}\text{C} \hat{=} 323\text{K}$;

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{1010\text{mbar} \cdot 323\text{K}}{293\text{K}} = 1113\text{mbar}$$

$$\frac{1113\text{mbar}}{1010\text{mbar}} = 1,101\dots \approx 1,10 \quad \text{Der Druck steigt also um ca. 10\%}$$



2. $20^{\circ}\text{C} \hat{=} 293\text{K}$ und $50^{\circ}\text{C} \hat{=} 323\text{K}$;

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{V_1 \cdot T_2}{T_1} = \frac{160\text{cm}^3 \cdot 323\text{K}}{293\text{K}} = 176\text{cm}^3 \quad \text{und} \quad \frac{176\text{cm}^3}{160\text{cm}^3} = 1,10$$

Das Volumen nimmt also um 10% zu.

3. $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow p_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot V_2} = \frac{1120\text{hPa} \cdot V_1 \cdot (273+50)\text{K}}{(273+20)\text{K} \cdot 1,02 \cdot V_1} = 1210\text{hPa}$



4. Druck und Temperatur an der Wasseroberfläche: $p_2 = 960\text{hPa}$; $T_2 = (273+27)\text{K} = 300\text{K}$

Druck in 15m Wassertiefe: $p_1 \approx 960\text{hPa} + 15 \cdot 100\text{hPa} = 2460\text{hPa}$

Temperatur in 15m Wassertiefe: $T_1 = (273+12)\text{K} = 285\text{K}$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \Rightarrow V_2 = \frac{p_1 \cdot V_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot p_2} = \frac{2460\text{hPa} \cdot 80\text{cm}^2 \cdot 300\text{K}}{285\text{K} \cdot 960\text{hPa}} = 216\text{cm}^3$$



5. a) Nimmt p ab und T zu, so muss V zunehmen, damit $\frac{p \cdot V}{T} = \text{konstant}$ bleibt.

Wenn das Volumen der Luftmenge im Klassenzimmer zunimmt, so muss Luft ausströmen, denn der Rauminhalt des Klassenzimmers ändert sich ja nicht.

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

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{p_1 \cdot T_2}{T_1 \cdot p_2} = 10 \cdot 8,0 \cdot 3,0\text{m}^3 \cdot \frac{1010\text{mbar} \cdot 299\text{K}}{293\text{K} \cdot 1005\text{mbar}} = 240\text{m}^3 \cdot 1,0255\dots = 246\text{m}^3$$

Es strömen also ca. $246\text{m}^3 - 240\text{m}^3 = 6\text{m}^3$ Luft aus dem Klassenzimmer.

(Das sind 6m^3 Luft bei der Temperatur 26°C und beim Druck 1005mbar .)

- b) Die Masse m der gesamten Luft im Klassenzimmer beträgt

$$m = 240\text{m}^3 \cdot 0,0012 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 240\text{m}^3 \cdot 0,0012 \cdot \frac{10^6\text{g}}{10^6\text{cm}^3} = 240\text{m}^3 \cdot \frac{1200\text{g}}{\text{m}^3} = 288\text{kg}$$