


## Zustandsänderungen von Gasen

- In einem mit einem leicht beweglichen zylinderförmigen Kolben verschlossenen Zylinder mit dem Durchmesser von 7cm befindet sich 1Liter Luft unter Normaldruck.
 
  - Auf welchen Wert steigt der Druck des Gases an, wenn der Kolben langsam um 6cm hinein gedrückt wurde?
  - Welche Kraft ist für das Hineindrücken von Aufgabe a) erforderlich?  
Das Volumen der Luft soll um 25% reduziert werden.
  - Wie hoch ist dann der Druck im Gas? Welche Kraft am Kolben ist dafür erforderlich?
- In einer Stahlflasche mit  $V=10\text{Liter}$  befindet sich  $2,0\text{kg}$  Sauerstoff bei  $18^\circ\text{C}$ .  
Wie viel Liter Sauerstoff kann man der Flasche unter Normaldruck bei konstanter Temperatur entnehmen?
- Auf einer Sprayflaschen findet man den Aufdruck: „... nicht der direkten Sonneneinstrahlung aussetzen ...“.  
  - Begründen Sie die Notwendigkeit eines solchen Hinweises.
  - Auf welchen Wert steigt der Druck in einer solchen Flasche bei  $60^\circ\text{C}$  an, wenn er bei  $18^\circ\text{C}$   $5 \cdot 10^5\text{Pa}$  beträgt.
  - Wie hoch war die Temperatur, wenn die Sprayflasche bei  $p=0,8\text{MPa}$  explodiert?
- Die Luft in einer Kühltruhe wird bei  $20^\circ\text{C}$  und Normaldruck mit einem  $1\text{m} \times 2\text{m}$  großen und  $5\text{kg}$  schweren Deckel luftdicht verschlossen und auf  $-15^\circ\text{C}$  abgekühlt.  
  - Berechnen Sie die Druckänderung im Inneren der Kühltruhe.
  - Welche Kraft ist erforderlich, um den Deckel der Truhe zu öffnen (anzuheben).
- Ein Wohnzimmer hat die Größe  $5\text{m} \times 4\text{m} \times 3\text{m}$ . Die Zimmertemperatur betrage  $23^\circ\text{C}$ .  
  - Wie viel Liter Luft strömen durch die Fenster, wenn das Zimmer nachts auf  $17^\circ\text{C}$  abkühlt?
  - Bei Erwärmung (von ursprünglich  $23^\circ\text{C}$ ) strömt  $1\text{m}^3$  Luft aus dem Zimmer heraus.  
Auf welchen Wert steigt dabei die Zimmertemperatur?
- Bei welcher Celsius-Temperatur nimmt ein ideales Gas unter konstantem Druck das doppelte Volumen wie bei  $15^\circ\text{C}$  ein?

### Lösungen:

- isotherme ZÄ:
  - Anfangsvolumen:  $V_0 = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot h \rightarrow h_0 = \frac{4 \cdot V}{\pi \cdot d^2} = 26\text{cm}$      $\Delta h = 6\text{cm} \rightarrow h_1 = 20\text{cm} \rightarrow V_1 = 0,77\text{Liter}$   
 $p_0 = 1,013 \cdot 10^5\text{Pa}$      $p_1 \cdot V_1 = p_0 \cdot V_0 \rightarrow p_1 = p_0 \cdot \frac{V_0}{V_1} = 1,31 \cdot 10^5\text{Pa}$
  - $p = \frac{F}{A}$ ,  $A = \frac{\pi}{4} d^2 = 3,85 \cdot 10^{-3}\text{m}^2 \rightarrow F = \Delta p \cdot A = 114,3\text{N}$
  - $V_2 = 0,75\text{Liter}$      $p_2 = p_0 \cdot \frac{V_0}{V_2} = 1,35 \cdot 10^5\text{Pa}$      $F = \Delta p \cdot A \approx 130\text{N}$
- langsam Entnehmen des Gases = isotherme ZÄ:
  - Druck in der Flasche:  $p = \frac{m \cdot R_S \cdot T}{V} = 15,14 \cdot 10^6\text{Pa}$      $V_0 = V_1 \cdot \frac{p_1}{p_0} = 1494,6\text{Liter}$   
 bei gleichem Innen- und Außendruck verbleiben noch  $10\text{Liter}$  in der Flasche.  
 Daher können **1484,6Liter** entnommen werden.
- isochore ZÄ: da  $V=\text{konstant}$  kommt es bei Erwärmung zu einem hohen, gefährlichen Druckanstieg
  - $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \rightarrow p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 5,72 \cdot 10^5\text{Pa}$
  - $T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} = 465,84\text{K} = 192,7^\circ\text{C}$
- isochore ZÄ:     $p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 8,92 \cdot 10^4\text{Pa}$      $\Delta p = p_2 - p_1 = (-)1,21 \cdot 10^4\text{Pa}$
  - durch Druckunterschied erzeugte Kraft:  $F_D = \Delta p \cdot A = 2,42 \cdot 10^4\text{N}$  ( $A=2\text{m}^2$ )  
 Gesamtkraft:     $F = F_D + F_G(\text{Deckel}) = 2,4249 \cdot 10^4\text{N}$  (die Gewichtskraft des Deckels ist unerheblich!!!)  
 (den Deckel bekommt man infolge des Unterdrucks nicht auf!)
- da ein Druckausgleich stattfindet ist es eine isobare ZÄ:  
 $V_1 = 60\text{m}^3$      $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \rightarrow V_2 = V_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 58,78\text{m}^3$      $\Delta V = 1,22\text{m}^3$
  - $V_3 = 61\text{m}^3$      $T_3 = T_1 \cdot \frac{V_3}{V_1} = 301,08\text{K} = 27,9^\circ\text{C}$
- isobare ZÄ:     $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} = \frac{1}{2}$      $T_2 = 2 \cdot T_1$      $T_2 = 576,3\text{K} = 303,15^\circ\text{C}$