

## Übungsblatt 10

Ausgabe: Dienstag, 09.01.2024

Abgabe: Dienstag, 16.01.2024, vor 10:00 Uhr

Besprechung: Donnerstag, 18.01.2024 (Übungen)

### Aufgabe 1

2 Punkte

Ein Autoreifen habe bei  $T_1 = 0^\circ\text{C}$  und einem Druck  $p_1 = 2,5$  bar ein Volumen  $V_1 = 0,06$  m<sup>3</sup>. Nach einer Erwärmung auf  $T_2 = 30^\circ\text{C}$  ist der Druck im Reifen auf  $p_2 = 2,65$  bar angestiegen.

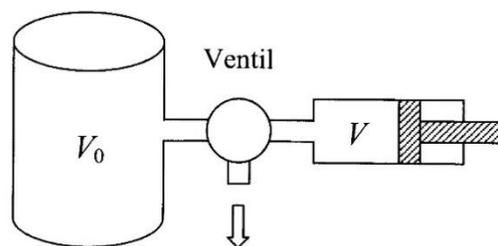
- a) Wie groß ist das Volumen  $V_2$  nach der Erwärmung? **1 Punkt**
- b) Wie groß sind Stoffmenge und Masse der Luft im Autoreifen? **1 Punkt**

Die Luft werde als ideales Gas behandelt und besteht im Verhältnis 4:1 aus Stickstoff und Sauerstoff. Zahlenwerte: Gaskonstante  $R = 8,3$  Ws/(mol·K), Atommassen von Stickstoff und Sauerstoff:  $M_N = 14$  g/mol,  $M_O = 16$  g/mol.

### Aufgabe 2

3 Punkte

Ein Behälter mit dem Volumen  $V_0 = 4$  dm<sup>3</sup> soll mittels einer Kolbenluftpumpe evakuiert werden. Durch Zurückziehen des Kolbens strömt das Luftvolumen  $V = 1$  dm<sup>3</sup> in den Kolbenzylinder, welches bei der darauffolgenden Vorwärtsbewegung über ein Ventil ausgestoßen wird (siehe Skizze). Der Pumpvorgang wird wiederholt und verläuft so langsam, dass die Temperatur als konstant angesehen werden kann. Vernachlässigen Sie das Volumen der Verbindungsrohre!



- a) Berechnen Sie Luftdruck  $p_4$  und Luftdichte  $\rho_4$  in dem Behälter nach dem vierten Kolbenhub als Bruchteile der ursprünglichen Werte  $p_0$  und  $\rho_0$  im Behälter vor dem Pumpen. **2 Punkte**
- b) Wie viele Kolbenhübe müssen ausgeführt werden, damit der Luftdruck im Behälter auf mindestens 1/10 seines ursprünglichen Wertes sinkt? **1 Punkt**

### Aufgabe 3

4 Punkte

Anne und Tom spielen Air-Hockey. Der Puck bewegt sich dabei auf einem ebenen Tisch mit Luftkissen nahezu reibungsfrei und die harten Stöße an den Banden sind elastisch. Ziel ist es, den Puck ins Tor des Gegners zu schießen. Tom: "Hey, du passt ja gar nicht auf, so macht das keinen Spaß!". Anne: "Sorry, hab' gerade an die Thermo-Vorlesung gedacht. Der Puck erinnert mich an ein Molekül, das in einem idealen Gas durch Stöße einen Druck auf die Wände ausübt. Ich frage mich gerade, ob es für sehr viele Pucks auf dem Tisch, wenn sie ganz klein wären, auch so ein ideales Gasgesetz gilt.". Tom: "Na klar, das ist doch praktisch dasselbe ... Los jetzt, mach weiter!". Anne: "Nee, das ist gar nicht dasselbe – die Pucks bewegen sich doch hier nur in zwei Dimensionen. Das Gesetz muss also irgendwie anders aussehen."

Wer hat recht? Leiten Sie das Gasgesetz in zwei Dimensionen analog zur Rechnung in der Vorlesung für 3 Dimensionen her.

### Aufgabe 4

4 Punkte

Ein Heißluftballon steigt aufgrund der Auftriebskraft, die durch den Dichteunterschied zwischen der warmen Luft im Balloninneren und der kälteren Luft außen entsteht. Ein Ballon mit starrer, nach unten offener Hülle (Masse 200 kg) soll für den Transport von vier durchschnittlich schweren Menschen (je 75 kg) in einer Flughöhe von 1500 m ausgelegt werden.

- a) Welches Volumen muss der Ballon mindestens haben, wenn die Luft im Ballon eine Temperatur von 80°C hat und die Außentemperatur 10°C beträgt? **3,5 Punkte**

Hinweis: Verwenden Sie die allgemeine Gasgleichung in der Form  $p = \rho R_S T$  ( $p$ : Druck,  $\rho$ : Dichte,  $T$ : Temperatur,  $R_S$ : spezifische Gaskonstante). Nehmen Sie für die Rechnung an, dass die Temperatur der Atmosphäre von der Meereshöhe bis zur Flughöhe konstant ist. Gehen Sie davon aus, dass auf Meereshöhe zwischen -10°C und +10°C der Normaldruck  $p_0 = 1013$  hPa herrscht. Die Dichte der Luft auf Meereshöhe bei Normalbedingungen ( $T_0 = 0^\circ\text{C}$ ,  $p_0 = 1013$  hPa) beträgt  $\rho_0 = 1,293$  kg/m<sup>3</sup>.

- b) Wie groß ist die Tragfähigkeit des Ballons mit dem in a) berechneten Volumen bei einer Außentemperatur von -10°C? **0,5 Punkte**