

## Übungsblatt 12

### Besprechung in der Woche vom 08.02.2021

#### Aufgabe 1

##### Ideale Gase.

- Sie haben den Druck in ihren Autoreifen bei einer Temperatur von  $0^{\circ}\text{C}$  auf 2,0 bar eingestellt. Jetzt fahren Sie 100 km, während der Fahrt erwärmen sich die Reifen auf  $40^{\circ}\text{C}$ . Wie groß ist der Druck nach Erwärmung, wenn sie die Ausdehnung der Reifen vernachlässigen können und die Luft in den Reifen als ideales Gas nähern?
- Ein Wetterballon ist auf Meereshöhe bei  $20^{\circ}\text{C}$  mit  $5,0\text{ m}^3$  Helium befüllt. Nun lässt man ihn aufsteigen. Welches Volumen hat das Gas, wenn er eine Höhe von 3000 m erreicht, bei der die Temperatur  $5^{\circ}\text{C}$  und der Druck 0,7 bar beträgt?
- Schätzen Sie, wie viele Luftmoleküle in jedem ihrer Atemzüge (2 L) enthalten sind, die auch im letzten Atemzug Julius Caesars ("Et tu, Brute?") enthalten waren. Gehen Sie davon aus, dass Luftmoleküle erhalten sind, sich gleichmäßig in der Atmosphäre verteilt haben und Sie die Atmosphäre mit konstanter Dichte und einer Höhe von 10 km nähern können.

#### Aufgabe 2

**Thermische Prozesse eines idealen Gases.** Betrachten Sie den folgenden zweistufigen Prozess: Wärme fließt aus einem idealen Gas bei konstantem Volumen heraus, wobei sein Druck von 2,2 bar auf 1,5 bar fällt. Dann expandiert das Gas bei konstantem Druck von 6,8 L auf 10,0 L, wobei die Temperatur ihren ursprünglichen Wert wieder erreicht. Betrachten Sie die Abbildung 1.

- Ordnen Sie den beschriebenen Teilprozessen die entsprechende Kurve im p-V-Diagramm zu und kennzeichnen Sie die Umlaufrichtung.
- Berechnen Sie die gesamte vom Gas verrichtete Arbeit.
- Berechnen Sie die Änderung der inneren Energie des Gases in dem Prozess.
- Berechnen Sie den gesamten Wärmefluss in das Gas hinein oder aus dem Gas hinaus.

#### Aufgabe 3

**Gasgeschwindigkeiten.** Die beiden Uran-Isotope  $^{235}\text{U}$  und  $^{238}\text{U}$  (die Zahlen beziehen sich auf ihr Atomgewicht) können durch einen Gasdiffusionsprozess voneinander getrennt werden. Man kombiniert Sie dabei mit Fluor  $^{19}\text{F}$  zur Verbindung  $\text{UF}_6$ . Berechnen Sie das Verhältnis der  $v_{\text{rms}}$  ("Root-mean-squared" Geschwindigkeiten) dieser Moleküle für die beiden Isotope.

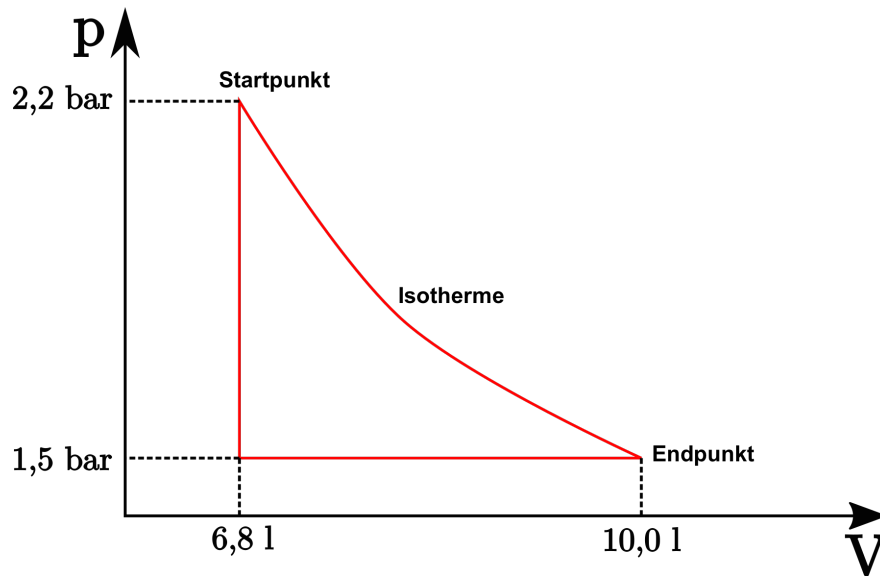


Abbildung 1: Abbildung des in Aufgabe 2 beschriebenen Prozesses.

#### Aufgabe 4

##### Thermische Ausdehnung.

- Ein Stahlring soll über einen Stahlzylinder passen. Bei  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  beträgt der Stabdurchmesser  $6,225\text{ cm}$ , während der Innendurchmesser des Ringes  $6,200\text{ cm}$  ist. Gehen Sie davon aus, dass der Innendurchmesser des Ringes um  $0,008\text{ cm}$  größer als der Stabdurchmesser sein muss, um leicht über den Stab zu passen. Auf welche Temperatur muss man den Ring erwärmen, damit er passt? Der thermische Ausdehnungskoeffizient für Stahl beträgt  $\alpha = 1,7 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ . *Hinweis: Betrachten Sie die Längenausdehnung des Umfangs der Innenseite des Ringes..*
- Der  $60\text{ l}$  Tank eines Autos wird von einem unvorsichtigen Autofahrer bei  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  bis ganz zum Rand mit Benzin gefüllt. Das Auto steht dann in der Sonne und wärmt sich auf  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  auf. Wie viel Benzin wird überlaufen? Der Tank des Autos sei aus Stahl. Benzin hat einen Volumenausdehnungskoeffizienten von  $\beta = 0,95 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ . *Hinweis: Berücksichtigen Sie auch die Ausdehnung des Tanks. Diese können Sie berechnen, in dem Sie die Volumenänderung eines gleich großen massiven Stahlkörpers betrachten.*
- Rechnen Sie die Temperaturangaben aus der letzten Teilaufgabe in  $^{\circ}\text{F}$  (“Grad Fahrenheit”) um. Was sind angenehme Temperaturen in einem amerikanischen Wetterbericht? Was sind unangenehm warme Temperaturen?
- Leiten Sie den Zusammenhang zwischen dem Längen-Ausdehnungskoeffizienten  $\alpha$  und dem Volumen-Ausdehnungskoeffizienten  $\beta$  eines isotropen (alle Raumrichtungen sind gleichberechtigt) Festkörpers her. (*Hinweis: Betrachten Sie die Änderung des Volumens eines Körpers in Abhängigkeit der Temperatur, d.h. berechnen Sie  $\frac{\Delta V}{\Delta T}$ . Wie lässt sich das Volumen in Längen zerlegen?*)