

Übungsblatt 12

Ausgabe: Dienstag, 23.01.2024

Abgabe: Dienstag, 30.01.2024, vor 10:00 Uhr

Besprechung: Donnerstag, 01.02.2024 (Übungen)

Aufgabe 1

3 Punkte

Ein 600 g schwerer Bleiblock wird auf 100°C erhitzt und in ein Aluminiumgefäß der Masse 200 g gegeben, in dem sich 500 g Wasser befinden. Die Anfangstemperatur dieses Kalorimeters sei 17,3°C. Nach Erreichen des thermischen Gleichgewichts wird eine Endtemperatur von 20°C gemessen. Die spezifischen Wärmekapazitäten von Wasser und Aluminium betragen $c_W = 4180 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ und $c_{Al} = 900 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$. Berechnen Sie daraus die spezifische Wärmekapazität von Blei.

Aufgabe 2

4 Punkte

Sie pumpen einen Fahrradreifen morgens bei einer Lufttemperatur von 15°C in sehr kurzer Zeit mit Luft von 100 kPa auf 300 kPa auf. Ihre Luftpumpe hat einen Kolbendurchmesser von 3,2 cm und einen Kolbenhub von 38 cm. Das Volumen des Reifens ist durch den Mantel auf 2,05 l begrenzt. Nehmen Sie an, dass hier eine adiabatische Zustandsänderung erfolgt und dass Luft nur aus Stickstoff mit einem Adiabatenkoeffizienten von $\gamma = 7/5$ besteht.

- Überlegen Sie, warum die Annahme einer adiabatischen Zustandsänderung hier sinnvoll ist.
½ Punkt
- Berechnen Sie die Anzahl der nötigen Pumphübe der Luftpumpe. **2 Punkte**
- Berechnen Sie die Temperatur der Luft im Reifen unmittelbar nach dem Aufpumpen.
½ Punkt
- Nach einiger Zeit kühlt sich die Luft im Reifen auf die Umgebungstemperatur ab. Berechnen Sie den Luftdruck im Reifen. Am Nachmittag steigt die Umgebungstemperatur auf 25°C an. Wie groß ist nun der Druck im Reifen? **1 Punkt**

Aufgabe 3

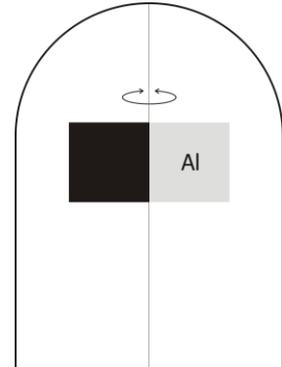
3 Punkte

- Bestimmen (und erklären) Sie den Adiabatenexponenten eines Gases bestehend aus Wassermolekülen (H_2O). Nehmen Sie dabei die Bindung zwischen Wasserstoff und Sauerstoff als starr an. **1 Punkt**
- Sie haben zwei wärmeisolierte Gefäße. In einem befindet sich 1 Mol Argon, im anderen 1 Mol Stickstoff. Beiden Gasen wird die gleiche Wärmemenge zugeführt. Welches Gas erwärmt sich stärker? Begründen Sie Ihre Antwort. **1 Punkt**
- Bestimmen Sie die maximale isobare Wärmekapazität C_p von Ethin (C_2H_2), einem linearen Molekül. **1 Punkt**

Aufgabe 4

5 Punkte

Eine Lichtmühle besteht aus einem rechteckigen Aluminiumplättchen (Höhe 2 cm, Breite 4 cm, Dicke 0,5 mm), das um seine Schwerpunktschwerachse drehbar gelagert ist. Auf der jeweils linken Hälfte befindet sich auf Vorder- und Rückseite eine dünne, ideal absorbierende schwarze Schicht, während das blanke Aluminium ideal reflektiert. Die Wärmetransport zwischen schwarzer Schicht und Aluminium sei vernachlässigbar.



Diese Anordnung befindet sich in einem Glaskolben, der mit Argon (ideales Gas, $p_0 = 1 \text{ Pa}$, $T_0 = 20^\circ\text{C}$) gefüllt ist. Die Mühle wird von allen Seiten so mit Licht bestrahlt, dass zu jedem Zeitpunkt eine Intensität von 1 kW/m^2 senkrecht auf das Plättchen einfällt.

Hinweis: Nehmen Sie an, dass an der Oberfläche reflektierte Argon-Atome die Oberflächentemperatur annehmen, ohne dass diese dadurch geändert wird.

- Überlegen Sie bzw. recherchieren Sie, warum sich die Lichtmühle dreht und beschreiben Sie dies kurz. **½ Punkt**
- Welche Temperatur nehmen die schwarzen Flächen an aufgrund der Lichteinstrahlung sowie der Wärmestrahlung aus der Umgebung? **1 Punkt**
- Berechnen Sie die Druckdifferenz zwischen einer Gasschicht in der Nähe der schwarzen Oberfläche und einer Gasschicht in der Nähe der blanken Oberfläche. Die Differenz entsteht durch den Temperaturunterschied der beiden Oberflächen. Benutzen Sie das allgemeine Gasgesetz. **½ Punkt**
- Berechnen Sie zum Vergleich die Strahlungsdruckdifferenz zwischen den beiden Oberflächen. Benutzen Sie die Formel $p_s = \gamma I/c$ (p_s : Strahlungsdruck, $\gamma = 1$ bei vollständiger Absorption, $\gamma = 2$ bei vollständiger Reflexion, I : Intensität des einfallenden Lichtes, c : Lichtgeschwindigkeit). **1 Punkt**
- Berechnen Sie Kraft und Drehmoment, die im thermischen Gleichgewicht aufgrund der Gasdruckdifferenz aus c) auf das Plättchen ausgeübt werden. **1 Punkt**
- Könnte man durch eine Erhöhung der Lichtintensität und damit des Strahlungsdrucks die Lichtmühle zum Stillstand bringen? **½ Punkt**
- Könnte man durch Senken des Argon-Drucks die Lichtmühle umdrehen? **½ Punkt**

