

<b>Experimentalphysik III</b> Prof. M. Bargheer	Übungen: Wouter Koopman, Marc Herzog, Matthias Rössle	<b>WS 2016/17</b> Zum 24 31.1.17
--	--	--

## Aufgabenblatt 13

### I) Gelerntes wiedergeben

- Wie hängt der Wirkungsgrad des Stirlingmotors von den Temperaturen der Wärmebäder ab?
- Wie lautet die klassische Definition der Entropie?
- Kann die Entropie in einem geschlossenen Gaszylinder abnehmen? Wenn ja: Wie?

### II) Einfache Aufgaben

#### II.29 Entropie beim Wasser verschütten (Six Ideas)

Berechnen Sie die Entropieänderung, die ein Liter Wasser erfährt, wenn man ihn aus einer Höhe von 100 m in ein identisches Gefäß umgießt. Überlegen Sie sich dafür einen reversiblen Ersatzprozess, bei dem Sie die potentielle Energie gewinnen indem Sie das Wassergefäß langsam absenken und nachträglich mit der gewonnenen Energie aufheizen.

#### II.30 Entropieänderung bei einer isobaren reversiblen Expansion eines idealen Gases

- Stellen Sie sich eine konkrete Realisierung einer isobaren Expansion vor. (Experimenteller Aufbau)
- Berechnen Sie die Entropieänderung für eine isobare reversible Expansion eines idealen Gases von  $V_1$  nach  $V_2 = 2 \cdot V_1$ .
- Wie stellen Sie sich eine reversible Prozessführung in Ihrem Aufbau vor?

**II31.)** Wie groß ist die Entropieänderung von 1 kg Wasser, wenn es gefriert. Berechnen sie diese Größe aus der Schmelzwärme, der Gefrierpunkt bei Normalbedingungen und achten Sie auf das Vorzeichen. Ist GAAAAanz einfach! Bedenken Sie das die Schmelzwärme einfach eine Wärmemenge ist, die zu- oder abgeführt wird....

### III) Vertiefende Aufgaben

#### \*III 20) Dritter Hauptsatz der Thermodynamik

Der Wirkungsgrad einer idealen Kältemaschine ist  $\eta = \frac{Q_K}{W} = \frac{T_K}{T_H - T_K}$ . Dabei ist  $T_H$  die Temperatur des heißen Wärmebades und  $T_K$  die Temperatur eines Festkörpers, der gekühlt werden soll.

- Wie verhält sich der Wirkungsgrad der Maschine, wenn  $T_K$  sich dem absoluten Nullpunkt nähert?
- Skizzieren Sie die spezifische Wärmekapazität eines Festkörpers  $c(T)$  im Einstein-Modell bei tiefen Temperaturen.
- Im etwas genaueren Debye-Modell steigt die Wärmekapazität bei tiefen Temperaturen mit  $T^3$ . Tragen Sie dem in der Skizze Rechnung.
- Wieso kann man den absoluten Nullpunkt nicht erreichen? (3. Hauptsatz der Thermodynamik)

#### \*III21 Hochofen

In einem Hochofen wurde 0,5 kg Eisen verflüssigt. Jetzt ist es in einem perfekt isolierten Kalorimetergefäß bei 2000 K und Sie geben einen 250 g Klotz Eisen der Temperatur 300 K hinzu. Nehmen Sie die Wärmekapazitäten der Flüssigkeiten und der Festkörper als gleich an.

- Welche Mischungstemperatur stellt sich ein?
- Ist am Ende das gesamte Eisen flüssig? Oder alles fest? Oder teilweise flüssig?
- Wenn Sie stattdessen 100 g Aluminium dazugeben: Was passiert dann? Ist das Al flüssig? Ist das Eisen flüssig? Wie ist die Endtemperatur?

(Vernachlässigen Sie die Mischungsentropie, d.h. die Flüssigkeiten vermischen sich nicht.)

	Spezifische Wärmekapazität in kJ/(kg K),	Schmelzenthalpie kJ/mol	Atommasse u in g/mol	Schmelztemperat in °C
Eisen	0.452	13.8	55.85	1538
Aluminium	0.896	10.7	26.98	660.3

