

| | | |
|--|--|----------------------------------|
| Experimentalphysik III Prof. M. Bargheer | Übungen: Wouter Koopman, Marc Herzog, Matthias Rössle | WS 2016/17 Zum 24.1.17 |
|--|--|----------------------------------|

Aufgabenblatt 12

I) Gelerntes wiedergeben

- Skizzieren Sie die spezifische Wärmekapazität von gasförmigem Stickstoff (N_2) als Funktion von T .
- Welche Annahme führt von der Boltzmannverteilung zur Boseverteilung? Formulieren Sie präzise, was die Boseverteilung über die Besetzung von Zuständen aussagt.
- Wieso ist C_p größer als C_v ? Passt dann mehr Wärmeenergie in das Gas? Denken Sie an das Auto auf dem Stempel.

II) Einfache Aufgaben

II.25 Wieviele Freiheitsgrade der Translation, Rotation und Vibration hat ein Gold-Nanoteilchen mit 20 Atomen, und wie groß ist das resultierende f für die Bestimmung der thermischen Energie $W = NfkT/2$? Achtung bei Vibrationen – kinetische und potentielle Energie. Wieviel Wärmeenergie in eV steckt in einem solchen Teilchen bei Raumtemperatur?

II. 26) Jod ist eine Substanz, die bei Raumtemperatur sowohl in fester wie auch in gasförmiger Form (dann als I_2 Molekül) vorliegt. Den Übergang fest - \rightarrow gasförmig nennt man Sublimation. Für welche Form dieser Substanz ist die Wärmekapazität bei 600 K größer, wenn man die gleiche Zahl I Atome betrachtet? Die Quanten-Energie der I_2 -Schwingung ist ungefähr 0.025 eV. Das ist auch die höchstfrequente Schwingung im Festkörper.

*II. 27) Adiabaten

Eine definierte Menge Luft hat zunächst bei der Temperatur von 20 °C einen Druck von 1 bar und ein Volumen von 4 Litern. Sie wird dann reversibel und adiabatisch auf das halbe Volumen komprimiert (Luftpumpe zuhalten...)

- Formen Sie die Poissongleichung $pV^\gamma = \text{const.}$ mit dem idealen Gasgesetz so um, dass Sie eine Poissongleichung erhalten, die T enthält.
- Berechnen Sie unter der Annahme, dass Luft ein zweiatomiges ideales Gas ist den Enddruck und die Endtemperatur.

(*II.38) Kalorimetrie - ZUSATZSTERNCHENAUFGABE

Sie erhitzen 1 kg eines unbekanntes Feststoffes, indem Sie konstant mit einer Leistung von 1000 W heizen. Sie starten bei 20°C, die Temperatur steigt linear an. Es dauert 100 s, bis er bei $T_S = 50^\circ\text{C}$ anfängt zu schmelzen. Der Schmelzvorgang dauert drei Minuten. Danach steigt die Temperatur wieder linear an. Nach weiteren zwei Minuten messen Sie 70°C.

- Skizzieren Sie die Temperatur $T(t)$ als Funktion der Zeit t .
- Skizzieren Sie die eingetragene Wärmemenge $Q(T)$ als Funktion der Temperatur. (Quantitativ mit Beschriftung der Q und T Achse.
- Bestimmen Sie die spezifische Wärmekapazität des Feststoffes und der Flüssigkeit
- Bestimmen Sie die Schmelzwärme dieses Stoffes.

III) Vertiefende Aufgaben

*III. 19) Elastische Energie und Wärmeenergie von Festkörpern

Die Grüneisenkonstante $\Gamma = \frac{\beta K}{c_v \rho}$ vergleicht den Volumenausdehnungskoeffizienten γ mit der

spezifischen Wärmekapazität c_v bei konstantem Volumen V . K ist der Kompressionsmodul, ρ die Dichte. Die Grüneisenkonstante ist für die meisten Festkörpern eine kleine Zahl zwischen $1 < \Gamma < 3$.

- Sie erwärmen diesen Festkörper um ΔT . Dabei steigt die Wärmeenergie Q und der Körper dehnt sich um $\epsilon = \Delta V/V$ aus. Um den Körper zurück wieder in sein ursprüngliches Volumen zurück zu versetzen, müssen sie ihn komprimieren. Wie viel Deformationsenergie W_D müssen Sie dafür aufwenden? ($\kappa = \text{inverses Kompressionsmodul } 1/K$, Elastische Energiedichte $\rho_E = \frac{1}{2} K (\Delta V/V)^2$.)
- Wie groß ist das Verhältnis von dieser Deformationsenergie W_D zur Wärmeenergie Q ?
- Was lernen Sie daraus für Festkörper über das Verhältnis von spezifischer Wärmekapazität c_v bei konstantem Volumen und c_p bei konstantem Druck?

(Hinweis: Die Kompressibilität ist unabhängig von Druck und Temperatur)