

## Übungen "Materialwissenschaft I"

### Blatt 7

**Aufgabe 22:** Der Gleichverteilungssatz für die Energie besagt, daß die mittlere Energie pro Freiheitsgrad  $f$  für ein klassisches Teilchen für hinreichend große Temperaturen  $E = \frac{f}{2} kT$  beträgt.

- a) In Bild 12 sind verschiedene Atome bzw. Moleküle dargestellt. Ermitteln Sie die Anzahl der Freiheitsgrade der Translation, der Rotation und der Schwingungen für ein einatomiges Gas (z.B. Edelgase), für ein zweiatomiges, gestrecktes Molekül (z.B.  $\text{Cl}_2$ ), für ein dreiatomiges, gestrecktes Molekül (z.B.  $\text{CO}_2$ ) und ein dreiatomiges, gewinkeltes Molekül (z.B.  $\text{H}_2\text{O}$ ).

*Hinweis:* Schwingung enthält kinetische und potentielle Freiheitsgrade

- b) Berechnen Sie die molare Wärmekapazität in  $\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$  der in Teil a) beschriebenen Moleküle.
- c) In Bild 13 ist die Temperaturabhängigkeit der molaren Wärmekapazität der Gase aus Teil a) dargestellt. Erklären Sie qualitativ den Verlauf der Kurven.
- d) Berechnen Sie die Wärmekapazität eines Festkörpers (Begründung!).
- e) Die tatsächliche Wärmekapazität des Wassers beträgt  $1 \text{ cal g}^{-1} \text{ K}^{-1}$ . Vergleichen Sie diesen Wert mit dem in Teil b) erhaltenen Wert für das dreiatomige, gewinkelte Molekül und versuchen Sie, eine Erklärung für den Unterschied zu geben.

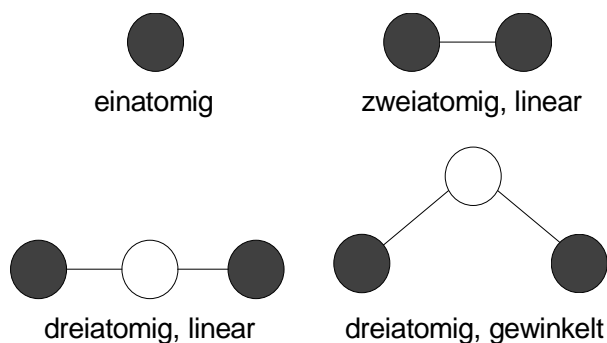


Bild 12: Zur Ermittlung der Freiheitsgrade von Molekülen

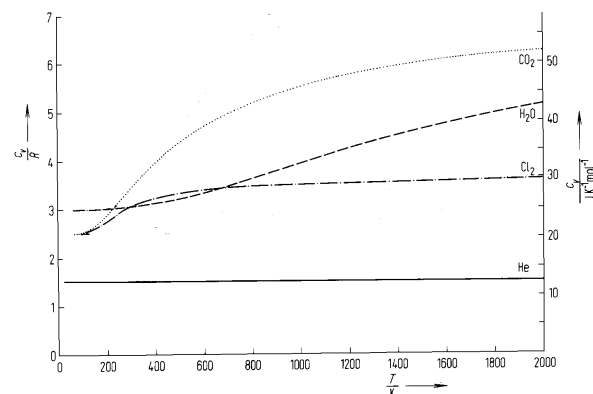


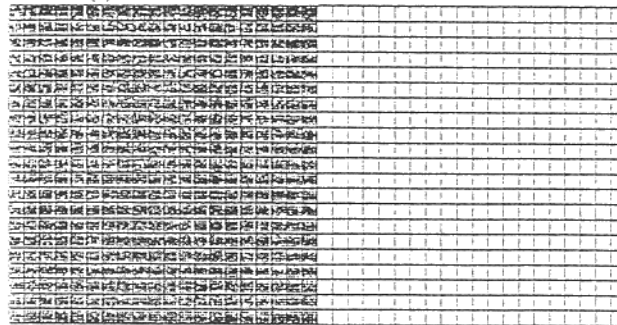
Bild 13: Temperaturabhängigkeit der molaren Wärmekapazität verschiedener Gase und Flüssigkeiten

**Aufgabe 23:**

Im untenstehenden Bild ist ein aus 400 Teilchen bestehendes Gas schematisch dargestellt. Im Zustand (i) befinden sich alle Teilchen auf der linken Seite. Durch eine eingeschobene Wand wird eine Ausdehnung des Gases auf das gesamte Volumen zunächst verhindert. Dann aber wird die Wand unendlich schnell entfernt und Zustand (ii) stellt sich ein.

- Warum ändert sich die innere Energie dabei nicht?
- Warum ändert sich die Temperatur des Systems dabei nicht?
- Wie ändert sich dabei der Druck im System? (Hinweis: Ideale Gasgleichung)
- Wie ist die Änderung der Freien Energie des System von Zustand (i) nach Zustand (ii), wenn man als Temperatur 418 K annimmt? (Hinweis: Jedes Teilchen kann sich entweder auf der linken oder auf der rechten Seite aufhalten. An welchem speziellen Platz sich das Teilchen aufhält ist irrelevant. Die Zahl der Anordnungsmöglichkeiten der Teilchen ist im Zustand (i) genau gleich eins.)

Zustand (i):



Zustand (ii):

