

# Übungsblatt TD 6 (\* nur für E2)

## E2 Thermodynamik, Prof. Braun, SoSe 2024

### Statistische Mechanik, Entropie, Transportvorgänge

#### Aufgaben zum Vorrechnen

- (mittel) Atome können mittels Laserlicht auf sehr tiefe Temperaturen abgekühlt werden. Eine offensichtliche Grenze einer solchen Kühlung ist erreicht, wenn die Energie des Rückstoßes durch die Absorption eines Photons (Impuls  $p = h/\lambda$  mit der Wellenlänge  $\lambda$  und Wirkungsquantum  $h=6.63 \times 10^{-34}\text{Js}$ ) ähnlich groß ist wie die mittlere thermische kinetische Energie. Machen Sie eine grobe untere Abschätzung der limitierenden Temperatur für Rubidium-Atome welche mit einer Wellenlänge von 780nm gekühlt werden. Die Masse von Rubidium = 85.5g /mol.
- (mittel) Betrachten Sie ein hypothetisches Atom mit zwei Zuständen: einen Grundzustand mit null Energie und einen angeregten Zustand mit einer Energie von 2 eV.
  - Was ist die Wahrscheinlichkeit, den angeregten Zustand bei einer Temperatur von 300K, 3000K, 30000K und 300000K anzutreffen? Nehmen Sie eine Boltzmann-Verteilung an - und begründen Sie das Ergebnis für große Temperaturen.
  - Vergleichen Sie mit einer Vibrationsanregung eines Moleküls mit einer Energie im angeregten Zustand von 50meV.
- (knifflig) Sie fragen sich möglicherweise, warum nicht alle Moleküle eines Gases dieselbe Geschwindigkeit haben. Wenn zwei Moleküle sich treffen, verliert doch der schnellere immer Energie und macht den langsameren stets schneller? Beschreiben Sie mit einer Skizze ein Beispiel eines Billardstoßes, in der dies nicht der Fall ist: der schnellere Ball gewinnt Energie und der langsamere verliert Energie.