Thermodynamik
Serie 9

HS 2020
Prof. P. Jetzer

M. Haney, S. Tiwari, M. Ebersold
https://www.physik.uzh.ch/de/lehre/PHY341/

Ausgeteilt am: 17.11.20
Abzugeben bis: 24.11.20

---

1. Entropie [9 P]

Für eine Verteilung $f(\vec{x}, \vec{v})$, wobei $\vec{x} \in V$ und $\vec{v} \in \mathbb{R}^3$ (V ein endliches Volumen), definieren wir das Funktional

$$H(f) = -\int d^3x\, d^3v\, f \ln f\,. \tag{1}$$

a) Zeige, dass $H(f)$ konkav ist.

b) Berechne die Verteilung $f(\vec{x}, \vec{v})$, für welche $H(f)$ maximal wird unter den Nebenbedingungen

$$N = \int d^3x\, d^3v\, f\,, \tag{2}$$

$$U = \int d^3x\, d^3v \left(\frac{m\ v^2}{2} + \omega(\vec{x})\right) f\,. \tag{3}$$

c) Berechne dieses Maximum $H(U, V, N)$ im kräftefreien Fall $\omega(\vec{x}) = 0$. Definiere die Entropie durch $S(U, V, N) = k\, H(U, V, N)$ und berechne daraus

$$\left.\frac{\partial S}{\partial U}\right|_{V,N} = \frac{1}{T}\,, \tag{4}$$

$$\left.\frac{\partial S}{\partial V}\right|_{U,N} = \frac{p}{T}\,. \tag{5}$$