Übungsblatt 11: Strahlung

Ausgabe: Dienstag, 14.07.20; Besprechung: Montag, 20.07.20

Aufgabe 1 Adiabatische Expansion

Zeigen Sie, dass für die adiabatische Expansion von Schwarzkörperstrahlung gilt,

$$-\int_{V_1}^{V_2} P\,\mathrm{d}V = 3\left(P_2V_2 - P_1V_1\right)\,, \tag{1}$$

indem Sie den konstanten Term VT^3 geeignet umschreiben.
Warum hätten wir dieses Ergebnis raten können?

Aufgabe 2 Photonen zählen

Argumentieren Sie, warum die Zahl der Photonen N geschrieben werden kann als

$$N = \zeta V T^\gamma \tag{2}$$

wobei ζ eine Konstante ist und γ so gewählt ist, dass $VT^\gamma = \mathrm{cst.}$ für eine adiabatische Expansion. Berechnen Sie den Wert von γ und ζ ausgedrückt in physikalischen Konstanten und einem Vorfaktor $(2.404 \times 8\pi)$. Verwenden Sie nicht unser Ergebnis $\gamma = 3$.

Aufgabe 3 Wiensches Verschiebungsgesetz für ein ideales Gas

Vollziehen Sie die Schritte nach, die zu dem Wienschen Verschiebungsgesetz $\epsilon(\nu, T) = \nu^3 f(\nu/T)$ geführt haben. Betrachten Sie nun jedoch nichtinteragierende Teilchen der Masse m, die in einem Volumen hin und her prallen. Zeigen Sie, dass die Verteilung der Energiedichte als Funktion der Geschwindigkeit v erfüllt:

$$\epsilon(v, T) = v^4 f(v^2/T)\,. \tag{3}$$

Interpretieren Sie das Ergebnis anhand der Maxwell-Boltzmann Verteilung für ein ideales Gas.

Aufgabe 4 Maximum der Intensität

Verwenden Sie das Plancksche Gesetz um zu zeigen, dass Schwarzkörperstrahlung die maximale Intensität bei Wellenlänge $\lambda_{\max}T = 2.898 \times 10^{-3}\,\mathrm{m\,K}$ hat, bzw. bei Frequenz $\nu_{\max}/T = 5.879 \times 10^{10}\,\mathrm{K}^{-1}\,\mathrm{s}^{-1}$. Sie werden hierfür numerische Methoden benötigen.

Die Oberflächentemperatur der Sonne beträgt $T \approx 5800\,\mathrm{K}$. Lässt sich die Tatsache, dass das menschliche Auge für grünes Licht besonders empfindlich ist, durch das Strahlungsmaximum der Sonne erklären?