

ÜBUNGSAUFGABEN (XIII)

(Besprechung am Donnerstag, 3.2.2011)

Aufgabe 1: (5 Punkte)

In der Vorlesung wurde die thermische Strahlung mit der Energiedichte $u(f, T) df$ im Frequenzintervall $[f, f + df]$ diskutiert. Bestimmen Sie die spektrale Lage f_{\max} des Maximums von $u(f, T)$ für die Sonne ($T_S = 5800 \text{ K}$). Gehen Sie dabei vom Planckschen Strahlungsgesetz für einen schwarzen Körper aus:

$$u(f, T) = \frac{8\pi h}{c^3} \frac{f^3}{e^{hf/k_B T} - 1}.$$

Leiten Sie zunächst einen allgemeinen Ausdruck für f_{\max} her bevor Sie den Zahlenwert bestimmen. Die spektrale Energiedichte wird oft auch als Funktion der Wellenlänge λ ausgedrückt, $\tilde{u}(\lambda, T)$, so dass $\tilde{u}(\lambda, T) d\lambda$ die Energiedichte im Wellenlängenintervall $[\lambda, \lambda + d\lambda]$ darstellt. Bestimmen Sie zunächst die Funktion $\tilde{u}(\lambda, T)$ aus $u(f, T)$. Bestimmen Sie dann die Lage des Maximums λ_{\max} der Funktion $\tilde{u}(\lambda, T)$ bei T_S und zeigen Sie, dass $\lambda_{\max} \neq c/f_{\max}$ ist. Wie erklären Sie sich das?

Aufgabe 2: (4 Punkte)

Aus dem Altertum wird berichtet, dass Archimedes mit Hilfe von Spiegeln gegnerische Schiffe in Brand gesetzt hat. Glauben Sie das? Schätzen Sie unter Verwendung des Stefan-Boltzmann-Gesetzes ab, wieviele Planspiegel einer Größe von 1 m^2 nötig wären, um unter idealen Bedingungen aus einer Entfernung von $d = 50 \text{ m}$ eine Temperatur von etwa $600 \text{ }^\circ\text{C}$ zu erzeugen. Welche maximale Temperatur könnte mit einer unbegrenzten Zahl optimierter Hohlspiegel erreicht werden?

Aufgabe 3: (6 Punkte)

Eine sehr große, kugelförmige Raumstation mit Radius R soll auf einer festen Position zwischen Erde und Mond installiert werden. Die Oberfläche soll ähnlich der Erde 30% der einfallenden Sonnenstrahlung reflektieren und sei aufgrund der Rotation gleichmäßig temperiert. Zeigen Sie, dass sich im Gleichgewicht mit der Sonnenstrahlung ($T_S = 5800 \text{ K}$) die Oberflächentemperatur der Station zu etwa $T_0 = -17^\circ\text{C}$ einstellt. In einem zweiten Schritt soll die Station mit einer künstlichen Atmosphäre versehen werden, welche durch eine sphärische Glashülle geschützt wird. Die Atmosphäre sei mit der Station im Temperaturgleichgewicht, ihre Höhe im Vergleich zu R vernachlässigbar klein. Das Glas ist für das Sonnenlicht transparent, für die Temperaturstrahlung der Station dagegen völlig undurchlässig; seine Wärmeleitfähigkeit betrage $\kappa = 0.5 \text{ W/K m}$. Wie muss die Dicke d der Glashülle gewählt werden, damit die Temperatur der Station angenehme $T_1 = 20^\circ\text{C}$ annimmt?

Tipp: Betrachten Sie die Bilanz der Strahlungs- und Wärmeflüsse.

Bitte beachten Sie folgende Termine:

Anmeldung zur Vorleistung:	04.10.2010 bis 09.02.2011
Anmeldung zur ersten Klausur:	10.02.2011 bis 15.02.2011
Erste Klausur:	17.02.2011, 8:15 - 10:45 Uhr
Zweite Klausur:	25.03.2011, 8:15 - 10:45 Uhr

Achtung: Die genannten Anmeldetermine sind **Ausschlussfristen**. Eine nachträgliche Anmeldung ist nicht möglich. Nähere Einzelheiten zu den Klausuren sowie die Anmeldefristen zur zweiten Klausur werden zu gegebener Zeit auf der Homepage der Vorlesung bekanntgegeben.