

## Übungsblatt 2

Ausgabe: 28.4.2006

Rückgabe: 8.5.2006 vor der Vorlesung

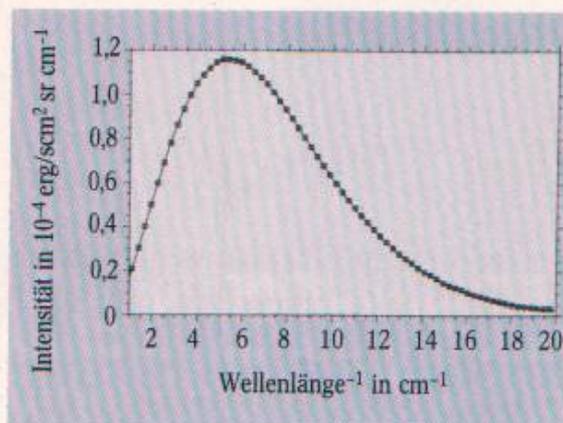
1. Gehen Sie von der in der Vorlesung gegebenen spektralen Leistungsdichte (Abstrahlung pro Fläche, Raumwinkelintervall und Frequenzintervall) eines idealen schwarzen Körpers aus:

$$P(\nu, T) dA \cdot \cos \theta d\Omega d\nu = \frac{2h\nu^3}{c^2} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{h\nu}{kT}\right) - 1} dA \cdot \cos \theta d\Omega d\nu.$$

- Stellen Sie diese Leistungsdichte als Funktion der Wellenlänge  $\lambda$  und pro Wellenlängenintervall  $d\lambda$  dar.
- Berechnen Sie separat (!) die Frequenz  $\nu_m$  der maximalen Strahlungsdichte sowie die Wellenlänge  $\lambda_m$  der maximalen Strahlungsdichte. (Hinweis: Es bleiben in beiden Fällen Gleichungen übrig, die numerisch oder graphisch gelöst werden müssen.)
- Schreiben Sie für  $\nu_m$  das Wien'sche Verschiebungsgesetz auf.
- Vergleichen Sie  $\lambda_m(T)$  mit  $\nu_m(T)$  für einige Temperaturen.

(5 Punkte)

2. Aus dem Kosmos erreicht uns eine niederfrequente Strahlung, die 'kosmische Mikrowellen-Hintergrundstrahlung'. Ihr Spektrum entspricht einer nahezu idealen Schwarzkörperstrahlung. Durch zwei Satellitenmissionen konnte gezeigt werden, dass die Strahlung praktisch isotrop aus allen Raumrichtungen einfällt. Man denkt, dass diese Strahlung in einer frühen Phase des Universums entstanden ist und sich durch die Expansion des Universums auf ihren heutigen Wert abgekühlt hat (siehe z.B. Physik Journal 4 (2005), Ausgabe 2, S. 21). Berechnen Sie die (hypothetische) heutige Temperatur des Strahlers aus dem gezeigten Spektrum (Quelle s.o.).



**Abb. 1:**  
Das Spektrum der kosmischen Mikrowellenstrahlung, gemessen durch den Satelliten COBE. Die durchgezogene Kurve entspricht einem Planckschen Spektrum. (siehe etwa [2]).

(2 Punkte) b.w.

3. Nehmen wir (fälschlicherweise) an, eine Leuchtstofflampe wäre ein schwarzer Strahler. Dann müsste ihre Temperatur sicherlich mindestens so hoch wie die einer Glühlampe sein (2700 K). Wie groß wäre die Strahlungsleistung einer solchen Lampe dann (Länge  $l = 1,40$  m, Durchmesser  $d = 2$  cm)?

*(2 Punkte)*

4. Bestätigen Sie die  $T^4$  Abhängigkeit im Stefan-Boltzmann-Gesetz anhand der in der Vorlesung gezeigten Versuchsdaten.

*(1 Punkte)*