



Institut für Physikalische Chemie

Übungen zur Vorlesung „Physikalische Chemie II“ im WS 2015/2016

Prof. Dr. Eckhard Bartsch / M. Werner M.Sc.

— Aufgabenblatt 6 vom 04.12.15 —

Aufgabe 6 – 1 (L)

- Zeichnen Sie die spektrale Energiedichte $\rho(\nu)$ der Strahlung eines schwarzen Strahlers als Funktion der Frequenz ν bei drei verschiedenen Temperaturen. Was bedeuten die Flächen unter den Kurven?
- Nach welchem Gesetz verändert sich die Fläche unter den Kurven (Gleichung angeben)? Welcher Zusammenhang besteht zur spezifischen Ausstrahlung M ? Wie ist M definiert? Berechnen Sie die Stefan-Boltzmann-Konstante σ .
- Zeichnen Sie die spektrale Energiedichte als Funktion der Wellenlänge, $\rho(\lambda)$. Zeichnen Sie (gestrichelt) hier und in eine der Kurven unter a) den Verlauf nach dem Rayleigh-Jeans-Gesetz ein und geben Sie die zugehörige Gleichung an.
- Zeichnen Sie die dreidimensionale Geschwindigkeitsverteilung (Maxwell-Boltzmann-Verteilung) der Moleküle eines idealen Gases für zwei Temperaturen auf.
- Zeichnen Sie in eine der Kurven die wahrscheinlichste Geschwindigkeit, die mittlere Geschwindigkeit und die Wurzel aus dem mittleren Geschwindigkeitsquadrat ein.
- Was bedeuten die Flächen unter den Kurven?

Aufgabe 6 – 2 (L)

Die spektrale Energiedichteverteilung unserer Sonne und des Nordsterns haben Maxima bei den Wellenlängen $\lambda_{max} = 510 \text{ nm}$ und $\lambda_{max} = 350 \text{ nm}$.

- Berechnen Sie die Oberflächentemperaturen dieser Sterne unter der Annahme, daß sich die stellaren Oberflächen wie Schwarze Strahler verhalten.
- Berechnen Sie unter derselben Annahme für beide Sterne die Strahlungsleistung, die von 1 cm^2 stellarer Oberfläche ausgeht.

Aufgabe 6 – 3 (M)

Die Intensität der Sonnenstrahlung beträgt an der Erdoberfläche $1350 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Berechnen Sie die Oberflächentemperatur der Erde unter folgenden Annahmen:

- Die Erde verhält sich wie ein schwarzer Strahler, die gesamte Erdoberfläche strahlt Energie ab (Erdradius: $6.3 \cdot 10^6 \text{ m}$).

- b) Von der eingestrahlten Energie wird 30 % reflektiert (Albedo). Nur der beleuchtete Teil der Erdoberfläche absorbiert Energie.

Aufgabe 6 – 4 (M)

Berechnen Sie die mittlere Energie eines Oszillators (z.B. e^- in den Wänden eines Schwarzkörperstrahlung emittierenden Hohlraums).

- a) In der Näherung der klassischen Physik (L).
b) Unter Berücksichtigung der Energiequantisierung, d.h. $E = nh\nu$ mit $n=0,1,2,3,\dots$ (S)

Hinweis zu a):

$$\int_0^{\infty} x^n e^{-ax} dx = \frac{n!}{a^{n+1}}.$$

Hinweis zu b): Setzen Sie $\alpha = h\nu/k_B T$ und berechnen Sie als Zwischenschritt:

$$-\alpha \frac{d}{d\alpha} \ln \sum_{n=0}^{\infty} e^{-n\alpha}.$$

Berücksichtigen Sie dann:

$$(1 - X)^{-1} = 1 + X + X^2 + X^3 + \dots, \quad \text{mit } X = e^{-\alpha}.$$