

**Institut für Physikalische Chemie  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg**

**Übungsblatt 7  
zur Vorlesung Physikalische Chemie II  
WS 2012/13 Prof. E. Bartsch**

7.1 M Leiten Sie aus dem Planck'schen Strahlungsgesetz

$$\rho(\lambda) = \frac{8\pi hc}{\lambda^5} \left[ \exp\left(\frac{hc}{\lambda k_B T}\right) - 1 \right]^{-1} \quad (1.1)$$

die folgenden Beziehungen her:

- das Wien'sche Verschiebungsgesetz,  $T\lambda_{\max} = \text{const.}$ ; welchen Wert hat diese Konstante? Berechnen Sie  $\lambda_{\max}$  für den menschlichen Körper.
- Stefans Gesetz,  $M(T) = \sigma T^4$ . Leiten Sie einen Ausdruck für  $\sigma$  ab.
- das Rayleigh-Jeans-Gesetz,  $\rho(\lambda) = 8\pi k_B T / \lambda^4$

Hinweise:

Zu a) Setzen Sie  $(hc/k_B T) = a$  und verwenden Sie Produkt- und Kettenregel. Die transzendente Gleichung

$$\frac{xe^x}{e^x - 1} = 5 \quad (1.2)$$

hat die reelle Näherungslösung  $x \approx 4,965$ .

Zu b) Substituieren Sie  $hc/\lambda k_B T = x$  und verwenden Sie

$$\int_0^\infty \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15} \quad (1.3)$$

7.2 L Die folgenden Daten wurden für die photoelektrische Emission eines Elektrons aus metallischem Calcium erhalten:

$\lambda / \text{nm}$	253,6	313.2	365.0	404.7
$eU_{\max} / \text{eV}$	1.95	0.98	0.50	0.14

Bestimmen Sie die Austrittsarbeit sowie die Planck'sche Konstante!

7.3 L Eine Kaliumplatte wird in 1 m Entfernung von einer schwachen Lichtquelle mit einer Leistung von 1 W aufgestellt. Mit welcher Rate  $R$  pro Einheitsfläche ( $= 1 \text{ m}^2$ ) treffen die Photonen der Lichtquelle auf die Platte auf? Nehmen Sie an, das Licht sei monochromatisch mit einer Wellenlänge von 589 nm und geben Sie die Rate in  $\text{eV m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  und in Zahl der Photonen/ $(\text{m}^2 \text{ s})$  an.

- 7.4 L Ein Röntgenstrahl mit einer Wellenlänge  $\lambda = 100 \text{ pm}$  ( $= 1 \text{ \AA}$ ) und ein Gammastrahl aus einer  $^{137}\text{Cs}$ -Quelle mit einer Wellenlänge von  $1.88 \text{ pm}$  werden an einem freien Elektron gestreut. Betrachten Sie die Strahlung, die in einen Winkel von  $90^\circ$  relativ zum einfallenden Strahl gestreut wird.
- Wie groß ist die Compton-Verschiebung der Wellenlänge jeweils?
  - Berechnen Sie die kinetische Energie, die jeweils auf das Elektron übertragen wird. Hinweis: verwenden Sie einen Ausdruck für die kinetische Energie der Photonen, in dem die relativistische Masse nicht vorkommt.
  - Wieviel Prozent der Photonenenergie geht bei der Kollision jeweils verloren?