



Institut für Physikalische Chemie

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

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

— Aufgabenblatt 7 vom 11.12.15 —

Aufgabe 7 – 1 (M)

Leiten Sie aus dem Planck'schen Strahlungsgesetz

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

die folgenden Beziehungen her:

- Das Wien'sche Verschiebungsgesetz, $T\lambda_{max} = const.$; welchen Wert hat diese Konstante? Berechnen Sie λ_{max} für den menschlichen Körper.
- Stefans Gesetz, $M(T) = \sigma T^4$. Leiten Sie einen Ausdruck für σ 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

$$\frac{xe^x}{e^x - 1} = 5$$

hat die reelle Näherungslösung $x \approx 4.965$.

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

$$\int_0^\infty \frac{x^3}{e^x - 1} dx = \frac{\pi^4}{15}.$$

Aufgabe 7 – 2 (L)

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

λ [nm]	253.6	313.2	365.0	404.7
eU_{max} [eV]	1.95	0.98	0.50	0.14

Bestimmen Sie die Austrittsarbeit sowie die Planck'sche Konstante.

Aufgabe 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 $[\text{eVm}^{-2}\text{s}^{-1}]$ und in [Zahl Photonen/ m^2s] an.

Aufgabe 7 – 4 (L)

Ein Röntgenstrahl mit einer Wellenlänge von $\lambda = 100 \text{ pm}$ ($= 1 \text{ \AA}$) und ein Gammastrahl aus einer ^{137}Cs -Quelle mit einer Wellenlänge von 1.88 pm werden an einem freien Elektron gestreut. Betrachten Sie die Strahlung, die in einen Winkel von 90° relativ zum einfallenden Strahl gestreut wird.

- Wie groß ist die jeweilige Compton-Verschiebung der Wellenlänge?
- 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?