

Übungen zur Vorlesung Theoretische Chemie I: Teil 1, Quantenmechanik (Modul A8)

Blatt 3

Aufgabe 8: Schwarzer Strahler.

1. Die Planck-Verteilung der aus einem Schwarzen Strahler emittierten elektromagnetischen Strahlung ist

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

mit λ = Wellenlänge, h = Plancksches Wirkungsquant, k_B = Boltzmannkonstante, c = Lichtgeschwindigkeit.

Zeigen Sie, dass für lange Wellenlängen Gl.(1) in das Rayleigh-Jeans-Gesetz

$$\rho = \frac{8\pi k_B T}{\lambda^4} \quad (2)$$

übergeht.

(*Hinweis:* Linearisieren Sie hierzu die Exponentialfunktion in (1) mit Hilfe einer Taylorentwicklung.)

2. Die Planck-Verteilung gibt auch die Energiedichte dU im Intervall zwischen λ und $\lambda + d\lambda$ an, also

$$dU = \rho d\lambda \quad (3)$$

Berechnen Sie die Energie im Intervall von 550 bis 570 nm, welche in einem sphärischen Hohlraum mit Volumen 1cm^3 bei einer Temperatur von $T=1500\text{ K}$ enthalten ist.

(*Hinweis:* Nehmen Sie an, dass in diesem Intervall ρ nicht von λ abhängt und gleich $\rho(560\text{ nm})$ ist.)

Aufgabe 9: Welle-Teilchen-Dualismus.

1. Wieviele Photonen werden von einer (gelben) 100 Watt-Lampe pro Sekunde abgestrahlt, wenn die Wellenlänge des Lichts $\lambda = 560\text{ nm}$ ist und Verluste vernachlässigt werden?
2. Berechnen Sie den Impuls von Photonen mit einer Wellenlänge von 750 nm. Wie schnell müsste ein Elektron fliegen, um denselben Impuls zu besitzen?

3. Eine photonengetriebene Raumsonde der Masse 10.0 kg strahle auf ihrer Rückseite Licht der Wellenlänge 225 nm mit einer Leistung von 1.50 kW ab. Welche Geschwindigkeit wird die anfangs im Raum ruhende Sonde nach 10 Jahren haben?
4. Die Austrittsarbeit für Elektronen aus metallischem Cäsium ist 2.14 eV. Man berechne die kinetische Energie und die Geschwindigkeit der herausgelösten Elektronen bei einer Bestrahlung mit Licht einer Wellenlänge von (a) 700 nm und (b) 300 nm.